

# EIA + PMA encauzamiento del río Magdalena tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja Informe final / I



Foto: L. M. Olávaro , neotrópicos , 30.01.2007

Mosaico de estadios sucesionales en isla fluvial del Magdalena, aguas abajo de Puerto Berrío, Antioquia. Al frente, talud vertical, ca. 30 cm, muestra el rápido descenso del agua; los sedimentos recién expuestos, colonizados por *Ludwigia* sp, hace unas pocas semanas. Las garzas blancas, *Ardea alba* (syn. *Casmerodius albus*), buscan pequeños peces, ranas o insectos entre los sedimentos aún húmedos. En el plano medio, un rodal de arbolitos de la misma especie -sauces, *Salix humboldtiana* - ca. 120-150 cm de altura, probablemente germinaron hace un año (2006), de semillas trasportadas por el viento o el agua; detrás, un brazo del río casi seco, el nivel puede descender aún más. Al fondo, isla antigua, emergida hace no menos de 12-15 años, según evidencia el porte de los árboles; las copas frondosas parecen campanas: *Samanea saman*. Las islas así formadas -por *aluvión*, es el término empleado en el *Código Civil* colombiano- pertenecen a la nación y no pueden ser *accedidas* por particulares. Esto poco significa en términos prácticos, pues una isla fluvial es rápidamente colonizada, los pastizales y cultivos de pancoger, frutales y construcciones... son objeto de comercio; prácticamente ninguna aloja población permanente, tal vez por el alto riesgo de inundación. Este *biotopo anfibio* juega un papel ecológico y socio-económico protagónico en el Magdalena Medio; ca. 7.500 ha insulares entre Puerto Berrío y Barrancabermeja, *apropiadas* por unas 250 familias de comunidades campesinas de economías de subsistencia, en un área de latifundio.

Trabajo realizado bajo contrato con **BOADA SÁENZ INGENIEROS** de Bogotá, Colombia por **Fundación Neotrópicos**, de Medellín, Colombia

**Equipo de trabajo**

*Ing.civil, M. Sc. Ingeniería Hidráulica David Puerta Zuluaga*  
corodinador técnico interfaz BSI - Neotrópicos, descripción del proyecto, demanda ambiental  
*Dr. Luis Carlos García Lozano*  
coordinador del estudio, metodología de evaluación ambiental, diseño de PMA, edición  
*Biol., esp. ciencias ambientales Miguel Ángel Díaz Rubiano*  
limnología, cartografía del paisaje, vegetación, fauna silvestre, diseño de programas de conservación  
*Econ., esp. planeación y desarrollo rural Catalina Giraldo Arango*  
diagnóstico socio - económico y cultural  
*Antrop. Carlos Alberto Orozco Rúa*  
evaluación y diseño de programa de manejo de patrimonio arqueológico y cultural  
*Geol., M. Sc. Ciencias de la Tierra Pedro de Greiff Gautier*  
cartografía, aspectos físicos, cartografía del paisaje  
*Biol., Diego Andrés Arcila Saldarriaga*  
fauna silvestre  
*Arq. Luz Mayury Otálvaro Mesa*  
diagnóstico socio - económico, fotografía  
*Ing. sistemas Luzmilia Sotelo Saiz*  
mantenimiento de plataforma colaborativa

Una versión completa de este informe, más materiales antecedentes, fofografías y cartografía adicionales y otros documentos complementarios se pueden ver en:  
[http://wiki.neotropicos.org/index.php/IF\\_POEM](http://wiki.neotropicos.org/index.php/IF_POEM)

Medellín, julio 23 de 2007

**Neotrópicos** es una entidad privada, sin ánimo de lucro, con sedes en Medellín y Mompox, creada para llevar a cabo un programa a largo plazo de restauración y conservación de la planicie aluvial del Magdalena. Éste se adelanta conjuntamente con educación ambiental y otras actividades de extensión, desde 1990 en la reserva natural El Garcerero, ca. 800 ha de bosques caños y playones sobre el brazo de Mompox, en jurisdicción de Hatillo de Loba y Margarita (Bolívar).

<http://www.neotropicos.org>



## Acrónimos, siglas y abreviaturas

ADENAVI	Asociación de Navieros de Colombia	LIL	learning and innovation loans
AID	véase ZID	MAVDT	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
AII	véase ZII	MDL	mecanismo de desarrollo limpio
CAR	corporación autónoma regional	MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte (en 1993, véase MT)
CAS	Corporación Autónoma Regional de Santander	MT	Ministerio de Transporte
CCG	Consejo comunitario de gobierno	N <sub>r</sub>	nivel de referencia (o de reducción)
CORANBIOQUIA	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia	OCL	organización comunitaria litoral
CORMAGDALENA	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena	PAC	personal ambiental del contratista
CRES	certificados de reducción de emisiones	PMA	plan de manejo ambiental
EIA	estudio de impacto ambiental	POEM	Proyecto de obras de encauzamiento del río Magdalena, tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de protección ambiental - EUA)	SMA	Secretaría General Dirección de Titulación y Fiscalización Minera de Antioquia
EPE	eje principal de la estructura	TEU	twenty-foot equivalent unit (medida internacional de capacidad de un contenedor ≈ 39 m <sup>3</sup> )
ESAL	entidad sin ánimo de lucro	TRH	tiempo de residencia hidráulica
EUA	Estados Unidos de América	TRM	tasa [de cambio co\$/US\$] representativa del mercado
FEDENAVI	Federación Nacional de Navieros	UEF – BEX	Unidad de Estudios Fluviales – Buque Explorador
FONADE	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo	UN - LEH	Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
GEF	global environmental facility	USACE	US Army Corp of Engineers (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EUA)
GEIS	gases de efecto invernadero	ZID	zona de influencia directa
HE-SDG	Hidroestudios – Steer Davies and Gleave (consorcio consultor del POEM)	ZII	zona de influencia indirecta
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia		
INDERENA	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente		
IUCN	International Union for the Conservation of Nature (hoy The World Conservation Union)		

## Contenido

Síntesis de EIA y PMA POEM	5	Embarcaciones de diseño	26
Antecedentes	5	Metodología empleada para el diseño de las obras	28
Marco legal	5	Anchura de diseño del cauce para aguas mínimas	29
Metodología	6	Condiciones máximas posibles del canal navegable para el tramo	30
Status del medio ambiente en el tramo del POEM	7	Tipos de obras por ejecutar	31
Medio físico	7	Las obras del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja	33
Medio biótico	7	Alineamiento del canal de navegación	33
Medio antrópico	8	Cantidades de obra	34
Demanda ambiental (obras de encauzamiento)	9	Programación y cronograma de desarrollo	37
Balance oferta - demanda	14	Costos de las obras	38
Síntesis de PMA	14	Objetivo del proyecto	39
Introducción	17	Necesidad de la optimización de la navegación fluvial	39
Antecedentes	17	Definición de alternativas	39
Contenido del informe	17	Demanda de cargas	41
1 Marco legal	19	4 Demanda ambiental del Poem	43
Normas relacionadas con los estudios ambientales	19	Identificación de la demanda ambiental	43
Normas relacionadas con ciénagas, corrientes de agua y playas	19	Evaluación de la demanda ambiental	47
2 Metodología	21	Demanda sector I Puerto Berrío Vuelta Acuña	50
3 Obras de control de caudales de verano	25	5 Oferta ambiental de la región del Poem	53
Introducción	25	Identificación de oferta ambiental regional	53
Parámetros de diseño	25	Oferta ambiental medio físico	54
Nivel de referencia	25	Oferta ambiental medio biótico	57
Condiciones actuales del canal navegable	26	Oferta ambiental medio antrópico	60

6 Balance oferta - demanda del Poem	66	15a Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio abiótico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja	54
Resultados del balance oferta - demanda	67	15b Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio biótico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja	57
Aspectos sobresalientes del balance	67	15c Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio antrópico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja	60
Enfoque para el diseño del plan de manejo ambiental	68	16a Balance oferta/demanda ambiental del POEM, medio abiótico, sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña	69
Matrices de oferta - demanda	69	16b Balance oferta/demanda ambiental del POEM, medio biótico, sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña	70
Fichas de evaluación ambiental	72	16c Balance oferta/demanda ambiental del POEM, medio antrópico, sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña	71
7 Plan de manejo ambiental	110	Fichas de evaluación ambiental 01	72
1. Supervisión ambiental (fase de obras)	111	Ficha de evaluación ambiental 38	109
2. Manejo de patrimonio arqueológico	121	Síntesis de programas del PMA	110
3. Información y comunicaciones	124	Síntesis programa 1. Supervisión ambiental (fase de obras)	111
4. Restauración ambiental	126	Normas ambientales 1.	113
5. Ensayos de protección y conservación	129	Normas ambientales 2	114
6. Depuración natural de aguas residuales (DENARIO)	135	Normas ambientales 3.	115
7. Supervisión ambiental (fase de servicio)	140	Normas ambientales 4.	117
8. Interventoría ambiental (IA)	143	Normas ambientales 5	118
		Normas ambientales 6.	119
		Costos programa 1. Supervisión ambiental (fase de obras)	120
		Síntesis programa 2. Manejo de patrimonio arqueológico	121
		Costos programa 2. Manejo de patrimonio arqueológico	123
		Síntesis programa 3. Información y comunicaciones	124
		Costos programa 3. Información y comunicaciones	125
		Síntesis programa 4. Restauración ambiental	126
		Costos programa 4. Restauración ambiental	128
		Síntesis programa 5. Ensayos de protección y conservación	129
		Costos programa 5. Ensayos de protección y conservación	133
		Síntesis programa 6. Denario	135
		Costos programa 6. Denario	139
		Síntesis programa 7. Supervisión ambiental (fase de servicio) monitoría	140
		Costos programa 7a. Supervisión ambiental (fase de servicio) monitoría	141
		Costos programa 7b. Supervisión ambiental (fase de servicio) evaluación ex post	142
		Síntesis programa 8. Interventoría ambiental	143
		Costos programa 8. Interventoría ambiental	148

## Índice de cuadros

S1 Capacidad máxima del río en el tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja	12
S2 Resumen de cantidades de obra, sectores I a V, tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja	14
1 Abscisados y nivel de reducción en los dos puertos extremos del tramo en estudio	25
2 Nomenclatura de convoyes de carga	26
3 Dimensiones y conformación típicas de los convoyes más grandes que operan actualmente en el río Magdalena	27
4 Distribución de estructuras	34
5 Síntesis de cantidades obras del POEM, sectores I - V	35
6 Actividades o procesos del <i>Programa detallado de obras</i>	37
7 Cronograma de ejecución de obras - sector 1 Puerto Berrío - Vuelta Acuña	38
8 Síntesis comparada de costos sectores I a V	38
9 Escenarios alternativos de reactivación de la navegación	40
10 Demanda esperada en Puerto Berrío para las diversas alternativas	41
11 Número de convoyes necesarios para demanda máxima en Puerto Berrío (tramo completo Cartagena – Puerto Berrío)	42
12 Identificación de actividades y procesos del POEM susceptibles de causar consecuencias ambientales.	44
13 Indicadores de demanda ambiental ejercida por actividades y procesos del POEM	48
14 Cuantificación de actividades y obras del POEM sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña	51

# Síntesis de EIA y PMA POEM

## Antecedentes

Como se ha indicado en otros partes de este informe, el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja ha sido objeto de varios proyectos de obras para mejoramiento de la navegación, por lo menos desde los primeros decenios del siglo XX, con los trabajos del Julius Berger Konsortium entre 1922 y 1924, publicados por el Ministerio de Obras Públicas en 1925.

Los más inmediatamente recientes los adelantó el Ministerio de Obras Públicas y Transporte a comienzos de decenio pasado<sup>1</sup> (1) y, de acuerdo con la legislación ambiental vigente entonces, requirieron estudios ambientales, adelantados por Carinsa - Incoplán, 1993, cuya formalidad no difiere de la de los actuales estudios.

Si bien el tramo objeto de los estudios -Puerto Berrío - Barrancabermeja- y los conceptos de mejoramiento -inducción de un canal navegable permanente y más profundo en el período crítico de estiaje- son los mismos en los dos estudios, la tecnología planteada es diferente:

- estudios del MOPT de 1993: cierre de brazos y dragados extensos vs.
- estudios actuales (2007): obras de encauzamiento de caudales de estiaje y de estabilización de orillares, acompañadas de dragados limitados, para inducir la profundización del canal mejorado

Por estas razones, algunas de las consecuencias ambientales pronosticadas para el POEM son exclusivas, mientras que otras son semejantes a las pronosticadas para el proyecto de 1993; recíprocamente, se prevé que algunas implicaciones identificadas entonces no ocurrirán en el presente proyecto.

## Marco legal

Los estudios ambientales del proyecto están enmarcados en las siguientes normas:

**Decreto 1220 de 2005.** Éste reglamenta todos los aspectos pertinentes a las licencias ambientales (definiciones de términos y conceptos; proyectos, obras y actividades sujetas a licencias; competencias del MAVDT y de las CARs; ecosistemas especiales; objeto y alcances del Diagnóstico ambiental de Alternativas (DAA), del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y del Plan de Manejo Ambiental (PMA); tramitación de licencias, etc.). El numeral 9. del §8. define las obras públicas en la red fluvial nacional que requieren licencia ambiental:

- a. La construcción de puertos;
- b. El cierre de brazos y madrevejas activos;
- c. Los dragados de profundización en canales navegables y en áreas de deltas.

Los literales b. y c. son pertinentes al presente proyecto.

**Resoluciones 1273 y 1282 del 06.06.06.** Emitidas por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante las cuales se acogen los términos de referencia para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de dragados de profundización de canales fluviales y para cierre de brazos y madrevejas activas, respectivamente.

**Ley 397 de 1997.** Ésta reglamenta los §§ 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política, dicta normas sobre la conservación patrimonio cultural y crea el Ministerio de la Cultura

**Decreto 833 de abril 26 de 2002.** Éste reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia del patrimonio arqueológico nacional

<sup>1</sup> Asociados al *Plan Maestro Nacional del Transporte*, elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) como soporte fundamental de la apertura económica, incluyó el *Proyecto de Mejoramiento de la Navegabilidad del Río Magdalena* en este tramo. La concepción ingenieril la desarrolló la Dirección de Navegación y Puertos del MOPT a través de la Unidad de Estudios Fluviales – Buque Explorador (UEF – BEX). Los estudios ambientales fueron llevados a cabo por el Consorcio Carinsa - Incoplán para el MOPT y FONADE, en 1993, bajo términos de referencia del Inderena.

## Metodología

La metodología de trabajo está en gran medida determinada por los términos de referencia citados arriba. En primer lugar se trata de confrontar las condiciones ambientales de la región en donde el proyecto se inscribe, con los posibles cambios del entorno, susceptibles de ser ocasionados directamente por las actividades del proyecto o indirectamente por otras a ellas asociadas, aunque fuera del control del propietario del proyecto. En segundo lugar, se requiere calificar las diversas interacciones y jerarquizar su importancia, con el objetivo de determinar y priorizar las posibilidades de control y manejo.

Los términos de referencia establecen -grosso modo- cuales son los atributos del entorno y del proyecto que deben ser considerados en la confrontación. Con base en este derrotero y en los resultados de la evaluación ambiental de 1993, se planteó el esquema de trabajo secuencial descrito brevemente a continuación.

*1 Recopilación y análisis de información antecedente.* Estudios ambientales de otras obras de rehabilitación fluvial en el Magdalena, otros estudios ambientales en el Magdalena Medio, en particular aquellos adelantados por CORMAGDALENA e IDEAM.

*2 Reconocimiento del área de proyecto.* Se realizó conjuntamente con el equipo de ingeniería, durante la estación seca de comienzos de 2007. Se contó con la colaboración de la Naviera Fluvial Colombiana, empresa que gentilmente facilitó el remolcador Guadalupe para varios recorridos en el tramo. Esta visita permitió ensayar, evaluar y corregir los protocolos para registro de información (física, biológica, limnológica, arqueológica, antrópica, institucional...) diseñados previamente.

*3 Formulación detallada de metodología para identificación y evaluación.* Esta se basó principalmente en información documental, aunque incluyó datos factuales preliminares resultantes del recorrido de reconocimiento y avances del capítulo 6. del presente informe.

*4 Trabajo de campo para EIA.* La extrema y prolongada sequía en todo el Magdalena hasta finales de marzo impidió el arribo del remolcador Guadalupe al tramo del proyecto pero permitió la observación directa de las condiciones que lo han motivado. El equipo ambiental recopiló información sobre los componentes físico, biológico, limnológico, arqueológico o antrópico del tramo del POEM en 47 localidades, a lo largo de las dos márgenes del río.

El trabajo de campo concluyó con una reunión informativa y de análisis del proyecto en Puerto Berrío<sup>2</sup>, con la participación de representantes de varias asociaciones de pescadores y de juntas de acción comunal de las dos márgenes.

*5 Definición de oferta ambiental.* Ésta contempla los componentes físico, biológico y antrópico del entorno. De acuerdo con la legislación, se consideran dos marcos espaciales de interacción entorno - proyecto: uno próximo al río (AID ó ZID) y otro distante del mismo (AII ó ZII). Véase síntesis más adelante.

*6 Definición de demanda ambiental.* Al igual que en el estudio de 1993, la gran dinámica fluvial inter-anual no justifica la ubicación precisa de las obras ni la definición exacta de sus dimensiones. Solamente las del sector I, Puerto Berrío - Barrancabermeja, fueron definidas cuantitativamente. Para los demás sectores sólo se estableció la tipología de la obras y su localización. El planteamiento metodológico propuesto parte de un *conocimiento detallado* de las obras a desarrollar en el río, a partir de dos conjuntos de atributos: (i) las *características técnicas de las obras* y (ii) su *gestión operativa*.

*7 Balance oferta - demanda.* La confrontación se estableció mediante una matriz de actividades y procesos (31) vs. elementos ambientales susceptibles de alteración (47). La calificación de las interacciones se hizo teniendo en cuenta para cada una, la ocurrencia de antecedentes regionales o extraregionales. Véase síntesis más adelante. Cada una de las interacciones se trata en detalle en una ficha de evaluación que identifica: causa, factores concurrentes positivos y negativos, atributos de cuantificación (probabilidad, magnitud, duración, etc.) y posibilidades de manejo.

*8 Formulación de plan de manejo ambiental.* Con base en las fichas de evaluación se establecieron los criterios para la estructuración del PMA. Éste se concentra en la fase de obras, aunque también contempla actividades durante la fase de servicio.

<sup>2</sup> La reunión se celebró en las instalaciones del Proyecto de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio gentilmente facilitadas por esta entidad. Las invitaciones a esta reunión habían sido distribuidas durante las visitas del equipo ambiental a los centros poblados del tramo.

## Status del medio ambiente en el tramo del POEM



Hacienda Santa Clara, Yondó

Foto LM Otálvaro

Raíces de suán reflejadas en el caño Chucurí

Foto LM Otálvaro

Ranchería en isla ca. Puerto Berrío, verano de enero, 2007 Foto: LM Otálvaro

### Medio físico

La caracterización del medio físico se sintetiza en dos aspectos: la generación y depósito de sedimentos y la contaminación por materiales de diverso origen

1. Erosión de orillares e islas del Magdalena, de tributarios, caños y ciénagas por efecto de deforestación en la cuenca inmediata y superior, laboreo agrícola, pastoreo, bombeo hidroestático y oleaje producido por embarcaciones. Ocasiona pérdida de tierras productivas y aún de infraestructura (terraplenes viales y construcciones) en algunos sitios y causa sedimentación.
2. Sedimentación que forma bajos e islas, limita la navegación mayor y menor, pero favorece la actividad pesquera en estiaje, cuando ocurre la subienda.
3. Contaminación biodegradable por aguas servidas y basuras domésticas en los centros urbanos y rurales nucleados; el efecto es evidente en Puerto Berrío (barrios Los Corales y Colombia) y Barrancabermeja (barrio Cardales), en donde descargan los colectores cloacales urbanos y en Puerto Murillo; pero la capacidad de dilución del río -aún en estiaje- es muy grande y el efecto no trasciende las zonas litorales aledañas a las fuentes. A esta contaminación contribuye los deficientes sistemas de acopio y recolección de basuras en todos los asentamientos ribereños y la costumbre de deshacerse de ellas en el río, incluso desde las embarcaciones.
4. La contaminación de origen industrial es aportada al tramo del POEM por afluentes aguas arriba: río Bogotá y ríos de zonas de minería de oro de la margen izquierda<sup>3</sup>; además aportes ocasionales de derrames accidentales de hidrocarburos y detectada sólo de forma puntual en aguas litorales en Barrancabermeja. Otros aportes industriales no alcanzan niveles detectables en el río.

### Medio biótico

La caracterización de la oferta del medio biótico se centra en los atributos de diversidad- $\alpha$  (organismos) y  $-\beta$  (hábitats); valor ecológico y status de hábitats.

1. La diversidad de organismos es media a baja debido a: (i) el reemplazo de bosques por pasturas para ganadería extensiva desde siglo XVII (pérdida de hábitats); (ii) la cacería indiscriminada, comercial, deportiva y de subsistencia y (iii) la introducción, además de los ganados, de aves de corral, cerdos, perros y gatos y otras especies domésticas y el consecuente incremento de depredadores ruderales (zarigüeya, zorros, lobo pollero, etc.).
2. Los múltiples hábitats naturales singulares del Magdalena Medio (complejos de ciénagas, río furcado y con numerosas islas, paleocauces reactivados...) y los niveles de endemismo le confieren un alto valor ecológico, de significación global, actualmente en deterioro y carente de protección a pesar de alojar biotopos definidos como estratégicos en la legislación.

<sup>3</sup> Inmediatamente aguas abajo del tramo POEM el Magdalena recibe los aportes del Sogamoso que drena la zona industrial de Bucaramanga y su área metropolitana y la zona minera e industrial de Paz de Río.

Los principales procesos de transformación son:

2.1 El leñateo para alimentar las calderas de los vapores del río que inició la destrucción irreversible del bosque húmedo tropical ribereño. Ésta continúa hoy en día con la extracción maderera para los mercados de Medellín, Bogotá, Santander, Boyacá, aunque limitada a relictos cada vez más alejados del eje fluvial, v. gr., Yondó, Serranía de San Lucas, río Carare.

2.2 La transformación de los biotopos *terrestres* de la planicie aluvial (albardones, terrazas y colinas) a áreas de ganadería extensiva y agricultura de pancoger. Son afectados además por: (i) el desarrollo vial (ii) las actividades de exploración, extracción y transporte petrolero; (iii) procesos de inmigración y colonización y (iv) expansión urbana, en menor grado.

2.3 Por sus condiciones limitantes a los asentamientos y sus transformaciones y por su distancia del río, en los biotopos acuáticos y anfibios -ciénagas, paleocauces, caños, playones y bajos-predominan los procesos naturales y se conservan los mayores relictos de bosques y fauna silvestre del tramo del POEM.

3 Status de hábitats<sup>4</sup>;

3.1 Terrazas y colinas *alteradas*, albardones y cimas *modificadas*; ciénagas, paleocauces, caños, playones y bajos, en estado *natural a modificado* .

3.2 Reversibilidad de status de hábitats por procesos naturales de sucesión y colonización dificultada por: (i) pastizales difíciles de erradicar, (ii) fuentes de propágulos reducidas, (iii) cohortes de simbioses (polinizadores, dispersores de semillas...) menguadas (iv) reducción extrema de coberturas boscosas, extinción local y regional del especies de árboles con efectos sobre genética y ecología de poblaciones de simbioses; aunque existen relictos de hábitat natural que permiten restauración a gran escala. Un ejemplo de la reversibilidad limitada por la escasez de propágulos se presenta en las especies leñosas de lento crecimiento (v. gr., algarrobo, sapán, aceite maría, guayacán, caoba, cedro, etc.), cuyas maderas son más densas (g/cm<sup>3</sup>) y por tanto más apreciadas.

## Medio antrópico

La caracterización del medio antrópico se centra en el análisis de los patrones de poblamiento y dinámica demográfica, de desarrollo y de aprovechamiento de recursos y de las implicaciones ambientales de estos procesos.

1. El poblamiento de la región del POEM es relativamente reciente; el área fue colonizada desde mediados del siglo XIX hasta mediados del XX por pobladores desplazados por diversos procesos: liberación de los esclavos, guerra de los Mil Días y violencia política<sup>5</sup>.

2. Los desarrollos de Puerto Berrío y de Barrancabermeja obedecen a procesos exógenos: el ferrocarril de Antioquia y la industria petrolera respectivamente. Los dos generaron economías de enclave cuyos efectos persisten hoy en día y acentúan la polarización demográfica y económica de la zona litoral del tramo.

3. Tanto las áreas rurales como las urbanas de los 5 municipios del POEM mostraron tasas positivas de crecimiento en el último período intercensal, pero con grandes diferencias entre ellos: de 1,1% anual en la zona urbana de Barrancabermeja hasta 6,3% anual en la de Puerto Parra y 1,2% anual en las áreas rurales de Puerto Berrío, hasta 5,1% anual en las de Yondó<sup>6</sup>.

4. La población cuyas economías familiares dependen de los recursos del río, se concentra actualmente en los barrios marginales de Puerto Berrío (ca. 2.400 personas) y Barrancabermeja (ca. 3.800) y es mayor que aquella de los asentamientos rurales ribereños nucleados y dispersos (ca. 4.600 personas en 9 caseríos).

<sup>4</sup> Los términos *natural*, *modificado*, *alterado* y *deteriorado*, corresponden a estadios de creciente transformación antrópica de un hábitat, en los cuales aumentan además las dificultades para restablecer las condiciones naturales. Fueron definidos por IUCN en 1984 y adaptados por Neotrópicos (1996) a los biotopos colombianos.

<sup>5</sup> La población indígena asentada en la región del Magdalena Medio, después de la llegada de los europeos, se mezcló con éstos y con negros oriundos de África y dió origen a los mestizos, zambos y mulatos que hoy en día habitan los asentamientos más antiguos de la región, e. g., Puerto Murillo.

<sup>6</sup> Las zonas rurales de todos los municipios del POEM incluyen *áreas ribereñas* (ZID y ZII del POEM) y *áreas de montaña* (ZII en algunos casos, en otros irrelevantes para el POEM) que no son discriminadas en los registros de población y de otros atributos.



5. La población rural nucleada y dispersa gravita alrededor de las dos ciudades en los extremos del tramo, de acuerdo con la distancia fluvial, independientemente de la jurisdicción político-administrativa:

*Polo de desarrollo Puerto Berrío* : Puerto Olaya, El Aterrao, Puerto Murillo, Bocas de Barbacoas

*Polo de desarrollo Barrancabermeja* : San Pedro de Las Vegas, Bocas de Carare, El Turro, San Rafael de Chucurí, San Luis Beltrán, Casabe y Yondó<sup>7</sup>.

6. Las mejores condiciones de infraestructura y las mayores posibilidades de desarrollo socio-económico de los caseríos ribereños se encuentran en Puerto Murillo, San Rafael de Chucurí y San Luis Beltrán. Por el contrario, se encuentran limitados los caseríos de Bocas de Barbacoas, San Pedro de Las Vegas y Casabe. El Aterrao, presenta condiciones favorables de bienestar para la población actual pero su expansión física está limitada por la carencia de tierras.

7. En el tramo se presenta un largo historial de cambios en las economías de subsistencia inducidos por actividades en el río o en los biotopos ribereños que ejercen demandas de bienes y servicios y brindan empleos temporales: (i) explotación de leña y producción de alimentos (carne fresca, bastimento...) para los vapores (ii) exploración, explotación, acopio, transporte y refinación de petróleo (iii) de múltiples obras construidas en los últimos 20 años en la región, v. gr., Termocentro y líneas de transmisión de alta tensión, carreteras Troncal del Magdalena Medio y Troncal de La Paz, reactivación del ferrocarril, puente Yondó - Barrancabermeja, (iv) proliferación de cultivos de hoja de coca y su beneficio, refinación y comercio y la cadena productiva asociada.

8. Todos los caseríos están conectados por carretera, sin embargo carecen o tienen deficiencias grandes en infraestructura de servicios (agua, energía, comunicaciones, transporte, salud y educación).

9. Las economías familiares son de subsistencia en las zonas rurales y de rebusque en las zonas marginales urbanas. La pesca y la cadena productiva asociada (transporte, comercio, fabricación de aparejos y embarcaciones, suministro de insumos, etc.) son las más importantes entre la población urbana; mientras que las comunidades rurales combinan además ésta (la pesca) con la agricultura y pastoreo de vacunos en islas o en pequeñas parcelas. La concentración de la tierra en haciendas ganaderas con propietarios absentistas, protegidos por paramilitares son el denominador común en el Magdalena Medio. Esta situación limita el crecimiento de los asentamientos rurales campesinos que carecen de tierras agrícolas.

10. Las islas fluviales permanentes -ca. 8.000 ha en el tramo del POEM- constituyen el único banco de tierras disponibles para las economías familiares campesinas. Estas son objeto de ocupación<sup>8</sup> una vez su carácter permanente se manifiesta y alojan cultivos perennes, pastos y, ocasionalmente, viviendas familiares, pero en ninguna se desarrollan asentamientos nucleados.

11. Los orillares, las islas permanentes y efímeras -bajos sumergidos en la estación lluviosa- alojan *rancherías* de pescadores, campamentos precarios, usados durante la temporada de subienda (estación seca).

12. En ambos márgenes del río se observa una tala continua e indiscriminada de los restos de bosque nativo que alberga actualmente potreros en descanso o con escaso ganado, características éstas de la ganadería extensiva y el latifundio.

13. Este panorama demográfico y económico ha derivado en un deterioro generalizado de los recursos: bosques y vida silvestre, pesca y suelo agrícola por la presión de la población rural y la distribución sesgada de la tierra.

## Demanda ambiental

La demanda ambiental esta determinada por las características del proyecto cuyas actividades se desarrollan en dos fases: actividades previas y propias de la construcción (*fase de obras*) y de utilización de la nueva infraestructura (*fase de servicio*). El análisis de las demandas parte de las características técnicas del proyecto. Estas están establecidas con detalle en el informe principal del proyecto, tal como se indica a continuación:

En primer lugar características técnicas de las obras: (i) *tipología*, clases de estructuras (revestimientos, diques y anclajes) y procesos (excavaciones, instalación de rocas, señalización...), capítulo 6.; (ii) *ubicación*, en relación con asentamientos

<sup>7</sup> San Luis Beltrán, corregimiento de Yondó y este municipio continúan demandando bienes y servicios de Barrancabermeja, ciudad con la cual se conecta a través del puente recientemente terminado (diciembre 2006). Este acercamiento puede aumentar o disminuir la dependencia.

<sup>8</sup> Las islas como las orillas de los ríos, las playas de los océanos y el subsuelo colombiano son bienes públicos. El derecho de propiedad del Estado sobre ellos no prescribe por ocupaciones realizadas por los pobladores.

campesinos permanentes o temporales, dispersos o nucleados y con los biotopos por estas comunidades aprovechados, capítulo 6.y planos en el capítulo 11 y (iii) *dimensiones* de las estructuras y procesos, tamaño tipos y cantidades de insumos y materiales requeridos, sólomente definidas para las obras del sector I, Puerto Berrío - Vuelta Acuña, capítulo 8.

En segundo lugar, los atributos relacionados con la gestión operativa y administrativa de las obras: (i) *oportunidad del desarrollo*, época del año, duración de actividades individuales y en conjunto, (ii) *tecnologías constructivas*, cantidad, tipo y dimensiones de las máquinas y equipos, cantidades y flujo de mano de obra calificada y rasa y (iii) *componente gerencial de las obras*, número y tamaño de frentes de trabajo, flujo de materiales e insumos y ubicación y tamaño de centros de acopio, grado de dependencia en mano de obra y equipos especializados, localización, tamaño y operación de campamentos y otros obradores. Estos aspectos están definidos en capítulo 6., numerales 6.6 a 6.8. Son estos atributos del segundo conjunto los que, en general, ocasionan las problemáticas ambientales más complejas, relacionadas con las interacciones sociales.

## Obras de control de caudales de verano

El trabajo por realizar para el encauzamiento de las aguas bajas del río Magdalena en el tramo Barrancabermeja - Puerto Berrío, tiene como finalidad la optimización de la navegabilidad de las embarcaciones de diseño en épocas de verano. El POEM no contempla cierre de brazos o madrevejas activas para las aguas medias y altas del río, las cuales seguirán transitando por el cauce mayor. Los aspectos técnicos fueron definidos en el *Estudio de demanda de transporte del sistema fluvial del río Magdalena*, (HE-SDG 2001), del cual se toman los criterios básicos y se adaptan los puntos pertinentes al tramo en estudio.

Las características dinámicas naturales de cambio permanente en las condiciones del río (alineamientos, anchuras, erosión y depósito, localización del *thalweg* o línea de mayores profundidades, abandono de cauces, etc), no justifican el cálculo detallado de los diseños para un sitio determinado. Durante el lapso previo al inicio de las obras las condiciones puntuales pueden cambiar y requerir ajustes de los diseños. Por esta razón, los diseños actuales del POEM son conceptuales y aproximados, pero con todos los criterios y elementos para que puedan ser ajustados por la interventoría a las condiciones reales que llegaren a encontrarse en el terreno, al momento de iniciar la construcción de las obras.

## Parámetros de diseño

El *nivel de referencia*<sup>9</sup> ( $N_R$ ) en Puerto Berrío, km 770,00, es 107,07 m s. n. m., el nivel mínimo histórico 106,55 m s. n. m.; en Barrancabermeja, km 667,00, es 71,77 m s. n. m. y el mínimo histórico es 71,02. La pendiente hidráulica media del tramo, es entonces 0,34 m/km

*Condiciones actuales del canal navegable*, para embarcaciones mayores<sup>10</sup>:

- calado disponible en verano 0,90 m
- anchura del cauce en aguas mínimas varía de 600 m a 2.400 m
- anchura de solera canal navegable 60 m
- velocidad promedio del agua en el canal ca 1,5 m/s

*Embarcaciones de diseño*. La flota fluvial para cargas mayores ha sido adaptada para la anchura de canal disponible y la profundidad confiable durante la mayor parte del año, para los diversos tramos del río. Actualmente, el mayor tráfico se desarrolla entre Barrancabermeja y Cartagena; las dimensiones típicas de las barcazas utilizadas con mayor frecuencia (95%) en dicho tramo, son las siguientes:

- calado máximo 2 m
- manga 10 m a 13 m
- eslora 45 m a 60 m

Los convoyes típicos tienen un remolcador y 1, 2, 4 ó 6 barcazas. El más largo (R-2B-2B-2B) tiene 254 m de longitud y 26 m de anchura y requiere 40 m de anchura total mínima del canal navegable para una sola vía. El más ancho (R-3B-3B) requiere una solera de canal de 60 m. La capacidad de transporte de las barcazas varía entre 100 y 1,200 t/barcaza. La potencia de remolcadores es del orden de 2.000 HP. Para 6 barcazas, la capacidad total usualmente utilizada por convoy es de 6,000 toneladas. En épocas de

<sup>9</sup>  $N_R$  = nivel de estiaje igualado o superado 95% del tiempo

<sup>10</sup> Fuente: LEH – UN, CORMAGDALENA, 2000

aguas bajas, se acostumbra cargar las barcazas a menor capacidad, para obtener un menor calado. El POEM busca optimar el tramo Barrancabermeja - Puerto Berrío para que transite, como convoy de diseño, el tipo R- 2B-2B-2B, con una capacidad nominal de 6.000 toneladas.

### Metodología empleada para el diseño de las obras<sup>11</sup>

Se desarrolla en dos pasos. En primer lugar en la determinación del valor numérico predominante de la *conductividad hidráulica* en las diversas secciones transversales del río, en las condiciones de *cauce lleno*, cuyo caudal se considera predominante y es el más representativo para la dinámica geomorfológica del cauce.

$$K_h = A R^{2/3} = nQ / S^{1/2}$$

donde:

$$K_h = \text{conductividad hidráulica (m}^{4/3}\text{)}$$

$$A = \text{sección transversal del río (m}^2\text{)}$$

$$R = \text{radio hidráulico}^{12} \text{ (área/perímetro húmedos), m}$$

$$n = \text{coeficiente de rugosidad de Manning, varía entre ca. 0,01 (paredes lisas adoquinadas) - } \approx 0,20 \text{ (paredes naturales, franco-arcillosas con vegetación arbórea); } f \text{ materiales de las paredes del canal}$$

$$Q = \text{caudal m}^3/\text{s}$$

$$S = \text{pendiente del canal m/m}$$

$$A R^{2/3} = \text{factor de forma}$$

En segundo lugar, se plantean modificaciones antrópicas en la sección geométrica -mediante *diques* que desvían y orientan el flujo y cambian *A* y *dragados* que cambian *R*- buscan la formación de un canal navegable permanente, mantienen el valor original de la conductividad hidráulica en la nueva forma geométrica inducida. Además, los *revestimientos longitudinales* del canal modifican el valor de *n*, i. e., aumentan la resistencia a la erosión de las paredes inestables de los orillares.

### Capacidad máxima de transporte

Está determinada por dos factores:

*Condiciones máximas posibles del canal navegable* en el tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja:

- calado disponible en verano	2,70 m
- anchura del cauce en aguas mínimas (m)	500 m
- anchura de solera canal navegable (m)	119 m

Estas anchuras y profundidades permitirían la navegación de convoyes hasta de 15 botes entre Puerto Berrío y Barrancabermeja.

*Capacidad máxima del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja*

Para una rotación de 24 viajes por año entre Barrancabermeja y la costa Caribe, el Estudio de Intermodalismo (2000)<sup>13</sup> calculó que por el río podrían ser movilizadas más de 20 millones de toneladas por año, con las siguientes condiciones: (a) flotas de dimensiones similares a las actuales; (b) conservando distancias mínimas establecidas en el Manual de Luces y Señales, con un factor de seguridad adicional de 100%; (c) utilización del río el 75% del tiempo.

En el estudio de demanda de (HE-SDG, 2002), la capacidad del canal navegable se definió por el número de embarcaciones o el volumen de cargas que pasan por un determinado tramo o sector y es función de los siguientes factores:

<sup>11</sup> Adaptación del procedimiento usado en el río Mississippi y sus tributarios, por el US Army Corp of Engineers (USACE), bajo la supervisión de la Environmental Protection Agency (EPA). Este procedimiento ha sido puesto en práctica de manera consistente desde mediados del siglo veinte y ha demostrado ser el más efectivo en términos de costos.

<sup>12</sup> En ríos como el Magdalena en su sector medio, cuyo anchura es muchísimo mayor que su profundidad (*z*), ésta reemplaza en la práctica al radio hidráulico,

<sup>13</sup> Cormagdalena – Universidad Nacional de Colombia (diciembre 2000). Análisis de las condiciones de Intermodalismo para integrar el río Magdalena al Sistema Nacional de Transporte. Bogotá.

El tipo de la embarcación máxima que puede transitar en cada tramo (embarcación de diseño), la cual a su vez está limitada por la profundidad y la anchura del canal navegable, la altura de los puentes y la curvatura mínima en el río.

- Velocidad del viaje (km/h)
- El tiempo de viaje (horas)
- El número de embarcaciones por kilómetro (determinadas por la mínima distancia permitida)
- El número de contenedores por embarcación (TEU/convoy)
- El factor de carga de los contenedores (t/TEU)
- Operatividad diaria (horas)
- Operatividad anual (días/año)

La capacidad máxima del río mejorado, puede ser calculada para el tramo entre Puerto Berrío y Barrancabermeja, de la manera indicada en el Cuadro S1.

Cuadro S1. Capacidad máxima del río en el tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja

parámetro (unidad)	unidad	cantidad
convoy máximo	n° de botes	15
capacidad de cada bote	t <sup>[a]</sup>	1.200
capacidad por convoy	t <sup>[a]</sup>	18.000
factor de carga	t/TEU <sup>[b]</sup>	15
capacidad	TEU	1.200
longitud tramo = L	km	103
velocidad promedio = v	km/h	7
tiempo de viaje redondo = 2L/v	h	29
rendimiento en puertos	TEU/h	12
tiempos de 2 cargues y dos descargues	h	400
tiempos de 4 zarpes y atraques	h	2
tiempo total viaje redondo	h	443
duración del viaje ida/regreso	días (24 h)	18
ciclos por año de 330 d	ciclo (año de 330 días)	18
carga transportada	TEU/año/convoy	21,43
distancia mínima entre convoyes	m	500
convoyes permisibles en el tramo	convoy	206
total TEUs transportados por año por tramo	TEU	4.415.196
capacidad por tramo	1·10 <sup>6</sup> TEU/año	4,42
tonelaje total transportado por tramo	1·10 <sup>6</sup> t/año	66,23

<sup>[a]</sup> 1 tonelada (métrica) = 1 t = 1·10<sup>3</sup> kg

<sup>[b]</sup> TEU es la medida internacional de capacidad de un contenedor. Es el acrónimo de *twenty-foot equivalent units*; corresponde a un contenedor de 20' (L) x 8' (A) x 8' 6" (H) = 6,1 m (longitud) x 2,44 m (anchura) x 2,59 m (altura); ca. 39 m<sup>3</sup>.

Es evidente que la capacidad del río es mucho mayor que la capacidad de la flota transportadora que requiere 206 convoyes simultáneos y la capacidad portuaria para atender el cargue y descargue oportunos de más de 4,4 millones de contenedores por año. Estas condiciones ideales podrán ser buscadas y logradas en el tiempo, a medida que la demanda lo exija.

### Tipos y cantidades de obras por ejecutar

Las estructuras para control hidráulico de aguas bajas y protección de orillas combinan **revestimientos** de roca, paralelos a la línea de flujo, con volúmenes adecuados de material para compensar las pérdidas por socavación (1 - 2 m bajo N<sub>R</sub>) y de **diques** de roca o de geotubo, transversales a la línea de flujo, con capacidad de soportar las cargas hidráulicas a través de la estructura<sup>14</sup>.

**Revestimiento en trinchera.** Se usa para proteger orillas en proceso de erosión o conformar alineamientos futuros de la orilla para rectificaciones del cauce; evita su divagación y fija y estabiliza el canal navegable. El recubrimiento debe alcanzar la altura en donde la vegetación (natural o implantada) pueda prevenir la erosión. Secciones típicas diseñadas:

<sup>14</sup> Para los efectos de este estudio, se denomina revestimiento la estructura paralela a la corriente del río (en el cauce o las orillas) y dique la estructura que forma ángulo con la corriente.

Tipo A -1	Fondo del río hasta 4,50 m al pie de la orilla, altura $> N_R$
Tipo A-2	Fondo del río $< N_R$ , orillas en proceso de erosión
Tipo B	Construcción inicial totalmente en tierra
Tipo C	Terreno natural del lado del tierra del EPE, total o parcialmente bajo el talud proyectado del revestimiento.

**Enrocados de alineamiento.** Estructuras construidas en el fondo del río para rectificar alineamientos o dirigir el flujo en cruces y áreas donde la orilla es demasiado baja para permitir la construcción de un revestimiento en trinchera. Secciones típicas:

Tipo E	Transición de revestimiento a dique
Tipos F, F-1, F-2	Terreno natural sobre $N_R$ .
Tipo G:	Dique paralelo a la orilla, con terreno natural por encima o por debajo del $N_R$ .

**Diques direccionales de aguas bajas.** Se utilizan para orientar las líneas de corriente, promover el desarrollo de nuevas orillas, controlar el flujo de aguas bajas en brazos menores y servir como pantallas hacia tierra en complemento de la acción de los revestimientos de fondo. Secciones típicas:

Tipo H:	Dique paralelo o transversal, en agua, terreno natural bajo $N_R$
Tipo J:	Dique paralelo o transversal, terreno natural sobre $N_R$ (playones altos, piso suelto), ancho de corona 3 m
Tipo K:	Dique paralelo o transversal, terreno natural sobre $N_R$ , piso firme, ancho de corona 6 m.
Tipo L:	Dique triangular, piso firme bajo $N_R$ .

**Anclajes de los diques en enrocado.** Sirven para empotrar las estructuras en los barrancos laterales del río. Los tipos más frecuentes son los siguientes:

Anclaje Tipo M:	Barranco de orilla alto, respecto al $N_R$
Anclaje Tipo N:	Barranco de orilla bajo, respecto al $N_R$

**Diques direccionales en geotubos.** En aquellos sitios donde se dificulte la colocación de enrocados y en donde económicamente resulte favorable, se usarán diques de *geotubos*. Estos son grandes cilindros ( $\varnothing > 1$  m,  $L \leq 100$  m), de geotextil no tejido de polipropileno, de alta resistencia a los esfuerzos de tensión y de corte; permeable al agua e impermeable a los sedimentos. Se llenan por bombeo con material de dragado, mediante bocas de acople y de alivio de presiones incorporados en fábrica<sup>15</sup>. El enorme peso de los sedimentos así confinados mantiene el geotubo in situ para conformar un dique estable aún bajo esfuerzos causados por crecientes. Otras ventajas son:

- resistencia a la abrasión mecánica durante el llenado
- tolerancia a los esfuerzos de desdoblamiento y colocación
- resistencia a los esfuerzos cortantes y a los desgarramientos
- resistencia a la luz ultravioleta.
- larga duración y mínimos requerimientos de mantenimiento.

Con diques de geotubos se pueden conformar recintos para propiciar el desarrollo de humedales artificiales o para atrapar sedimentos y contaminantes persistentes.

En el POEM, se colocarán geotubos elípticos de 1,50 m de altura y 3,21 m de anchura; estos almacenan 4,13 m<sup>3</sup>/m lineal.

### Cantidades de obras por ejecutar

En atención a la gran dinámica fluvial los diseños del POEM son conceptuales y aproximados e incluyen los criterios y elementos que serán ajustados por la interventoría a las condiciones reales del momento de iniciar la construcción de las obras. El tramo se

<sup>15</sup> Existe una amplia literatura técnica ilustrativa de las experiencias realizadas para múltiples propósitos costeros, fluviales y ambientales en diversas partes del mundo:

- US Army Engineer Waterways Experiment Station, mayo de 1995: Dredged Material - Filled Geotextile Containers, Environmental Effects of Dredging, Technical Notes, Document EEDP -05-01
- Landin, M.C., et al., 1996. New applications and practices for beneficial uses of dredged materials.
- Fowler, J, et al. Geotextile contained contaminated dredged material, Marina del Rey, Los Angeles, and Port of Oakland, California.
- De Bruin, P. y Loos, Christian, 1995. The use of geotubes as an essential part of an 8.8 m high North Sea dike and embankment, Leybucht, Germany. En revista "Geosynthetics World", April/May, 1995, vol. 5, No.3.
- Dunne, Mike, (7/16/98). "Soft dike" project paying off on Mississippi River, in The Advocate Online, Baton Rouge, Louisiana.

dividió en 5 sectores, separados por controles geológicos. En cada uno se identificaron los *sitios críticos para la navegación* y se definieron los *sitios y tipos de obra*. El estimativo de cantidades de obra se realizó con base en los diseños más detallados del sector I. El cuadro S2 lista para cada sector los rubros de las diferentes obras y sus cantidades.

Cuadro S2. Resumen de cantidades de obra, sectores I a V, tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

rubro	sectores					Σ
	I	II	III	IV	V	
origen del tramo	Puerto Berrío	Vuelta Acuña	Los Morros	caño Huila	San Luis	–
longitud del tramo (km) <sup>1</sup>	25	20,5	24	19	19	107,5
número de estructuras	13	10	14	12	10	59
enrocado bajo agua (m <sup>3</sup> )	400.000	255.000	246.000	282.000	237.000	1.420.000
enrocado en seco (m <sup>3</sup> )	71.000	49.000	48.000	48.000	80.000	296.000
excavación en agua (m <sup>3</sup> )	397.000	234.000	264.000	318.000	258.000	1.471.000
excavación en seco (m <sup>3</sup> )	331.000	211.000	166.000	217.000	203.000	1.128.000
excavación a mano (m <sup>3</sup> )	24.000	61.000	44.000	49.000	41.000	219.000
relleno (m <sup>3</sup> )	44.000	45.000	44.000	50.000	48.000	231.000
desmonte (m <sup>2</sup> )	270.000	119.000	120.000	96.000	109.000	714.000
descapote (m <sup>2</sup> )	59.000	40.000	68.000	10.000	42.000	219.000
costos (1·10 <sup>6</sup> co\$ de 30.04.2007)	54.067	36.765	35.862	40.331	37.936	204.960

<sup>1</sup>. Longitudes basadas en el abscisado de UN - LEH, 2004. Difieren ligeramente de las longitudes presentadas en el informe final (BSI - FEDENAVI, 2007), p. 3-11, definidas con base en el abscisado del eje del POEM a partir del puente sobre el Magdalena en Puerto Berrío y de las longitudes calculadas con base en el abscisado de ADENAVI, usado por los navegantes. Véase además tabla 7.1, p. 7.7, BSI - Fedenavi, 2007

El programa de trabajo para el sector I -desarrollado con más detalle- está previsto para 18 meses; se plantean 4 frentes de trabajo simultáneos, en cada uno de los cuales se localizarán campamentos y demás obradores.

## Balance oferta - demanda

En la confrontación de la demanda ambiental del POEM -fases de obras y de servicio- con la oferta del entorno del tramo se identificaron ca. 81 interacciones, el 49% de las cuales ya ocurren y tienen causas regionales. Las interacciones exclusivas del desarrollo del POEM son ca. 35%, en su totalidad asociadas a las actividades de construcción; no ocurren ni con los procesos externos al ámbito de CORMAGDALENA -ya sean planificados o no- ni en la fase de servicio de la infraestructura creada por el proyecto. Ca. 16% tienen antecedentes extra-regionales, principalmente asociados a la explotación de fuentes de materiales. En el tramo ocurren además un número importante de alteraciones en otros elementos ambientales tanto físicos, como bióticos como antrópicos, para los cuales no se prevé ningún deterioro adicional derivado del POEM.

Las interacciones más importantes están relacionadas con las expectativas positivas de la población rural por empleos temporales y oportunidades de venta de bienes y servicios y expectativas negativas por las consecuencias de los dragados. Igualmente la población manifestó temores en relación con la destrucción de pastos y cultivos en islas

También se consideran cruciales las posibles interferencias con el acceso a recursos y áreas de pesca; el aislamiento de algunos sitios por localización de diques y la prolongación de la sequía y de las áreas de bajos en cercanías de centros poblados que descargan aguas cloacales y disponen de sus basuras en el río. Igualmente la expansión de bajos incrementaría las áreas de hábitat de vectores de dengue, malaria y de insectos excoarriantes.

Aunque los campamentos se consideran pequeños (en términos del número de usuarios), son grandes en comparación con los tamaños de las poblaciones rurales en donde se localizarán y pueden inducir inmigraciones y ampliación oportunista de actividades agropecuarias.

## Síntesis de PMA

El PMA está diseñado para el sector I; los programas, una vez evaluados y ajustados en esta primera experiencia, pueden adaptarse a los demás sectores. Se prevé que el PMA sea desarrollado por los contratistas de obra -excepto los programas de *Supervisión ambiental (fase de servicio)* y la *Interventoría ambiental*- quienes deben cumplir con especificaciones ambientales definidas en los pliegos de licitación, de tal manera que puedan ser considerados como rubros de costos y contabilizados en las propuestas. El

costo total del PMA se estima en:  $2.139,0 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos, incluye los costos recurrentes del primer año de programas que trascienden el período de obras y una supervisión externa al contratista que puede ser desarrollada por Cormagdalena directamente o por la interventoría técnica del proyecto o ser contratada con una firma especializada. Ca. 50% de los costos totales del PMA son inversiones en terrenos, obras de restauración ecológica y equipos. A continuación se sintetizan los programas del PMA.

### **Supervisión ambiental (fase de obras)**

Programa global para todo el sector Puerto Berrío - Barrancabermeja. Diseño e implementación de un esquema normativo para orientar las prácticas de trabajo del personal de obra y minimizar acciones negligentes o accidentales con consecuencias deletéreas. Diseño e implementación de sistema de control, mecanismos de aplicación, manejo de contingencias y conflictos, monitoría de aplicación y ajustes según resultados. Costo total  $90,2 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.

### **Manejo de patrimonio arqueológico**

Programa con componentes exclusivos a sitios de obra y otros generales para todo el sector. (i) divulgación de normas sobre el patrimonio cultural, (ii) actividades previas: rescate arqueológico en áreas promisorias, (iii) actividades paralelas: monitoría arqueológica de sitios de obra, sitio a sitio y (iv) actividades posteriores: prospección arqueológica de áreas de interés patrimonial, puede iniciar en paralelo con obras. Costo total:  $111,2 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.

### **Información y comunicaciones**

Programa global para todo el sector. Divulgación de objetivos, alcances y procedimientos del PMA dentro del personal de obra: diseño de contenidos, medios, procedimientos, definición de público objetivo interno (contratistas, proveedores y sus empleados...). Costo total:  $42,8 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.

### **Restauración ambiental**

Diseño y monitoría global, implementación asociada a estructuras particulares. Procedimientos, oportunidad de ejecución, criterios de trabajo y de selección de alternativas de sitios y métodos; aplicable a biotopos terrestres en y ca. áreas de obradores, estructuras terrestres visibles y áreas de compensación, según exigencias de normas ambientales vigentes; sitios y superficies no son definibles a priori. Costo total:  $77,8 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.

### **Ensayos de protección y conservación**

Programa global para todo el sector. Implementación, con organizaciones ciudadanas locales, de ensayos piloto, complementarios del POEM, de estabilización de islas, taludes de orillares, restauración paisajística... con especies forestales nativas, con miras a: (i) mejorar el mantenimiento general del río para la navegación, (ii) minimizar pérdidas de tierras y cultivos, construcciones (viviendas, corrales, establos) e infraestructura vial y (iii) incrementar el patrimonio natural de la región y compensar los procesos de deterioro imperantes.

- costos subprograma 5a. diseño  $61,3 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.
- costos subprograma 5b. montaje y seguimiento  $97,1 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos
- costos subprograma 5c. evaluación  $33,3 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.
- costos subprograma 5d. promoción (diseño plan de medios)  $70,2 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.
- síntesis de costo total del programa 5 (a.-d.)  $252,9 \cdot 1 \cdot 10^6$  pesos.

### **Depuración natural de aguas residuales (DENARIO)**

Programa restringido a centros urbanos o rurales nucleados que descargan aguas residuales domésticas crudas al río Magdalena, en cercanía de obras del POEM; estas ocasionan disminución temporal, cíclica y recurrente -cada estación seca- del nivel de estiaje y la prolongación de su duración; condiciones que disminuyen efectivamente el caudal de dilución de las descargas de aguas cloacales. Sistema complementario para depuración de aguas residuales municipales, con base en su circulación lenta a través de una batería de pozos de oxidación y su descarga a una zona *renaturalizada* de ciénagas, bajos y pantanos, conectada en forma natural con el río Magdalena. Combina el *manejo de aguas residuales* con la *restauración ecológica*, la *educación ambiental* y la

*producción perdurable de recursos persistentes*: madera, leña, vida silvestre, pesca, etc. El carácter ecológico y ambiental de la solución puede beneficiarse de la disponibilidad de fondos y asistencia técnica internacional mediante iniciativas tales como MDL, LIL, GEF, etc. Costo de inversiones:  $1.039,5 \cdot 10^6$  pesos; costo recurrente anual  $111,9 \cdot 10^6$  pesos

### **Supervisión ambiental (fase de servicio)**

Programa global para todo el sector. monitoría (sitios, procedimientos, frecuencia, indicadores e índices, guía de análisis de resultados) de programas de manejo ambiental y eventos especiales de mantenimiento de obras del POEM y del canal navegable del río, e. g., dragados o reparación de estructuras; ajuste de programas, según resultados.

- costos subprograma 7a monitoría  $154,0 \cdot 10^6$  pesos
- costos subprograma 7b taller evaluación.ex post  $33,47 \cdot 10^6$  pesos
- síntesis de costo total del programa 7 (a.+b.)  $187,5 \cdot 10^6$  pesos.

### **Interventoría ambiental (IA)**

Programa global y permanente a cargo de ente independiente de los contratistas de obra, puede hacer parte de la interventoría técnica de obra. Objetivos: (i) efectuar seguimiento de PMA y asegurar desarrollo cabal de planes y programas (ii) y (ii) terciar para dirimir o propiciar solución de conflictos ingeniería - actores externos - equipo ambiental del contratista por interpretación de normas, especificaciones, restricciones u otros contenidos de PMA. Costo total:  $225,3 \cdot 10^6$  pesos.



# Introducción

## Antecedentes

El tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja ha sido objeto de varios proyectos de obras para mejoramiento de la navegación, por lo menos desde los primeros decenios del siglo XX, con los trabajos del Julius Berger Konsortium entre 1922 y 1924, publicados por el Ministerio de Obras Públicas en 1925.

Los más inmediatamente recientes los adelantó el Ministerio de Obras Públicas y Transporte a comienzos de decenio pasado<sup>16</sup> y, de acuerdo con la legislación ambiental vigente entonces, requirieron estudios ambientales, adelantados por Carinsa - Incoplán, 1993, cuya formalidad no difiere de la de los actuales estudios.

Si bien el tramo objeto de los estudios -Puerto Berrío - Barrancabermeja- y los conceptos de mejoramiento -inducción de un canal navegable permanente, estable y más profundo en el período crítico de estiaje- son los mismos en los dos estudios, la tecnología planteada para lograrlos es diferente:

- estudios del MOPT de 1993: cierre de brazos y dragados extensos vs.
- estudios actuales adelantados por BSI para CORMAGDALENA: obras de encauzamiento de caudales de estiaje y de estabilización de orillares, acompañadas de dragados limitados, para inducir la profundización del canal mejorado

Por estas razones, algunas de las consecuencias ambientales pronosticadas para el POEM son exclusivas, mientras que otras son semejantes a las pronosticadas para el proyecto de 1993; recíprocamente, se prevé que algunas implicaciones identificadas entonces no ocurrirán en el presente proyecto

Este informe presenta los resultados de la evaluación ambiental (EIA) del *proyecto de obras de encauzamiento del río Magdalena en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja*, POEM<sup>17</sup> y formula un *Plan de manejo ambiental* PMA ajustado a dichos resultados.

## Contenido del informe

El informe se ciñe al derrotero tradicional de las evaluaciones ambientales en Colombia, definidos desde la legislación ambiental, basado en el contraste entre las características estructurales y funcionales de las obras propuestas y los elementos y dinámica propios del medio ambiente natural y cultural en donde el proyecto se emplaza:

- las normas ambientales pertinentes al proyecto se referencian en el capítulo 1., Marco legal
- el capítulo 2., resume la metodología empleada para la evaluación, si bien refleja la acordada inicialmente con Bsi, sufrió ajustes que se subrayan en el capítulo
- las características del POEM, como obras civiles para mejorar el canal navegable del tramo y como programa de manejo para permitir el uso sostenible de la infraestructura creada, se resumen en el capítulo 3.
- el capítulo 4. Demanda ambiental<sup>18</sup> hace énfasis en aquellas características del POEM con particular relevancia ambiental, i. e., factibles de generar consecuencias ambientales
- los elementos del medio ambiente natural y cultural susceptibles de cambios deletéreos se presentan en el capítulo 5. Oferta ambiental<sup>19</sup>

<sup>16</sup> Asociados al *Plan Maestro Nacional del Transporte*, elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) como soporte fundamental de la apertura económica, incluyó el *Proyecto de Mejoramiento de la Navegabilidad del Río Magdalena* en este tramo. La concepción ingenieril la desarrolló la Dirección de Navegación y Puertos del MOPT a través de la Unidad de Estudios Fluviales – Buque Explorador (UEF – BEX). Los estudios ambientales fueron llevados a cabo por el Consorcio Carinsa - Incoplán para el MOPT y FONADE, en 1993, bajo términos de referencia del INDERENA.

<sup>17</sup> Los diseños de BSI son objeto de la presente evaluación ambiental, adelantada por un equipo interdisciplinario de Neotrópicos -ESAL con amplia experiencia en el río Magdalena- bajo contrato con BSI.

<sup>18</sup> El término *demanda ambiental* hace referencia a las características estructurales o funcionales inherentes a una obra, proceso, bien o servicio que pueden derivar en cambios deletéreos sobre uno o más elementos del medio natural - cultural en el cual se desarrolla la obra, bien o servicio y del cual son independientes; i. e., grosso modo generan las mismas consecuencias en cualquier contexto natural - cultural.

<sup>19</sup> El término *oferta ambiental* hace relación a las características estructurales o funcionales de los elementos que conforman la localidad o región en la cual se lleva a cabo o se construye u opera una obra de desarrollo o infraestructura o se presta un servicio. Estas características pueden sufrir transformaciones como consecuencia de los procesos de demanda ambiental, pero son independientes de ella, i.e., las consecuencias deletéreas puede obedecer a demandas muy diferentes

- (vi) la evaluación ambiental misma es el balance entre las demandas del Poem y la oferta de la región del Magdalena Medio, específicamente en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja; esta se presenta en el capítulo 6. e incluye las fichas de evaluación de las interacciones relevantes POEM - ambiente y los criterios para la formulación del PMA
- (vii) el PMA se formula con base en los resultados del balance y es el tema del capítulo 7., contempla 8 programas, para cada uno de ellos se presentan los objetivos, alcances, modo de implementación, duración y costos

El anterior es el contenido del cuerpo principal del informe. El cuerpo complementario presenta, en sendos capítulos, los diagnósticos físico, biótico y antrópico (incluye el diagnóstico arqueológico) de la región del POEM. Además, a manera de anexo consigna otra informacion relevante para la evaluación, derivada de análisis de dcumentos antecedentes o de actividades de investigación in situ durante el desarrollo del trabajo.

# 1 Marco legal

Se consideran dos tipos de normas específicas al POEM: aquellas referentes a los estudios ambientales y licencias (relacionadas con la demanda ambiental) y aquellas referentes a los biotopos y recursos susceptibles de modificación (relacionadas con la oferta ambiental).

## Normas relacionadas con los estudios ambientales

Los estudios ambientales del proyecto están enmarcados en las siguientes normas:

**Decreto 1220 de 2005.** Éste reglamenta todos los aspectos pertinentes a las licencias ambientales (definiciones de términos y conceptos; proyectos, obras y actividades sujetas a licencias; competencias del MAVDT y de las CARs; ecosistemas especiales; objeto y alcances del Diagnóstico ambiental de Alternativas (DAA), del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y del Plan de Manejo Ambiental (PMA); tramitación de licencias, etc.). El numeral 9. del §8. define las obras públicas en la red fluvial nacional que requieren licencia ambiental:

- a. La construcción de puertos;
- b. El cierre de brazos y madrevejas activos;
- c. Los dragados de profundización en canales navegables y en áreas de deltas.

Los literales b. y c. son pertinentes al presente proyecto.

**Resoluciones 1273 y 1282 del 06.06.06.** Emitidas por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante las cuales se acogen los términos de referencia para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de dragados de profundización de canales fluviales y para cierre de brazos y madrevejas activas, respectivamente.

**Ley 397 de 1997.** Ésta reglamenta los §§ 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política, dicta normas sobre la conservación patrimonio cultural y crea el Ministerio de la Cultura

**Decreto 833 de abril 26 de 2002.** Éste reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia del patrimonio arqueológico nacional

## Normas relacionadas con ciénagas, corrientes de agua y playones

**Código Civil Colombiano §§ 719 - 726.** Norma sobre accesiones del suelo: sobre propiedad, tenencia, aprovechamiento y ocupación de islas fluviales

**Decreto Ley 2811 de 1974 y Decreto reglamentario 1541 de 1978.**

1. Las aguas son bienes de uso público: El Decreto Ley 2811 de 1974 , Código de Recursos Naturales, define las aguas como bienes de uso público §§ 80, 83

§ 80 Sin perjuicio de los derechos privados adquiridos con arreglo a la ley, las aguas son de dominio público.

§ 83 Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado:

- a) El álveo o cauce natural de las corrientes (los caños son corrientes naturales).
- b) El lecho de los depósitos naturales de agua (una ciénaga es un depósito natural de agua).
- c) Las playas marítimas, fluviales y lacustres (las islas fluviales, formadas por descensos de nivel son playas fluviales).
- d) Una faja paralela a línea de mareas máximas o la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de 30 m de anchura.

El Decreto 1541 de 1978 , reglamentario del Decreto Ley 2811 de 1974 , hace mayor claridad respecto al status de cénagas y caños.

§ 5 Son aguas de uso público:

- a) Los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o transitorio (caños).
- b) Los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos.

2. Aguas de propiedad privada: El Decreto 1541 de 1978 define claramente cuándo las aguas son de propiedad privada, los términos para las playas de las corrientes y playa lacustre (lo que en la zona se denomina playón) y la manera de definir las áreas que cubren.

§ 6 Son aguas de propiedad privada, siempre que no se dejen de usar por el dueño de la heredad por 3 años continuos, aquellas que brotan naturalmente y que desaparecen por infiltración o evaporación de una misma heredad.

3. Derecho al uso de las aguas: El Decreto Ley 2811 de 1974 establece los derechos y prohíbe expresamente desviar o detener el curso de las aguas y el empleo de maquinaria (como las retroexcavadoras utilizadas para taponar los caños y abrir canales para abonar las ciénagas) para impedir el uso comunal de las aguas

§ 86 Toda persona tiene derecho a utilizar las aguas de dominio público para satisfacer sus necesidades elementales, las de su familia y las de sus animales, siempre que con ello no cause perjuicios a terceros. El uso deberá hacerse:

- sin establecer derivaciones
- ni emplear máquina ni aparato
- ni detener o desviar el curso de las aguas
- ni deteriorar el cauce o las márgenes de la corriente
- ni alterar o contaminar las aguas en forma que se imposibilite su aprovechamiento por terceros

§ 132 Sin permiso, no se podrán alterar los cauces ni el régimen y la calidad de las aguas ni intervenir su uso legítimo. Se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la colectividad o para los recursos naturales...

4. Libre acceso de los pescadores a las ciénagas: El Decreto Ley 2811 de 1974 establece el derecho de los pescadores a hacer uso de las ciénagas que estén en cualquier predio

§ 280 Para el exclusivo fin de practicar la pesca los ribereños están obligados a permitir el libre acceso

5. Definición de playa fluvial y playones: El Decreto 1541 de 1978 define estos términos y la manera de determinar el área cubierta por ellos. :

§ 13, es importante resaltar lo siguiente

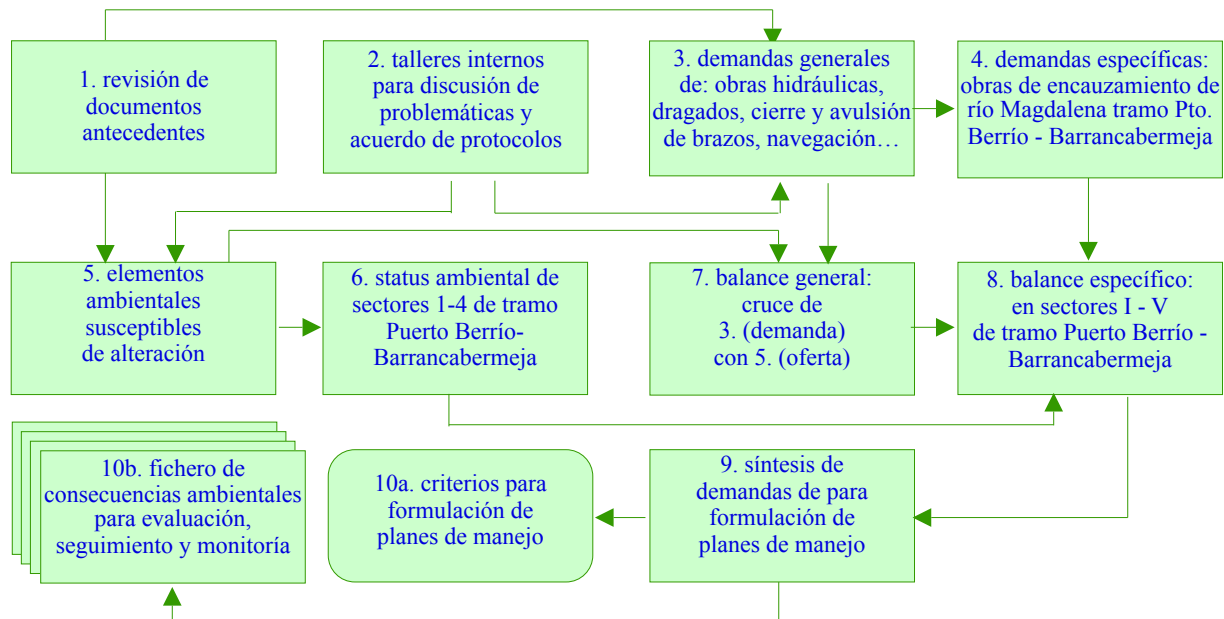
- los niveles máximos y mínimos que definen el playón son naturales
- se definen con los datos promedio de los últimos quince años.

§ 12 Playa fluvial es la superficie de terreno comprendida entre la línea de las bajas aguas de los ríos y aquella a donde llegan éstas, ordinaria y naturalmente en su mayor incremento. Playa lacustre es la superficie de terreno comprendida entre los más bajos y los más altos niveles ordinarios del respectivo lago o laguna (playones).

§ 13 Para los efectos de aplicación del artículo anterior, se entiende por líneas o niveles ordinarios las cotas promedio naturales de los últimos quince (15) años, tanto para las más altas como para las más bajas. Para determinar estos niveles promedio se tendrán en cuenta los datos que suministren las entidades que dispongan de ellos y en los casos en que la información sea mínima o inexistente se acudirá a la que puedan dar los particulares.

## 2 Metodología

La evaluación ambiental y elaboración del PMA del proyecto de encauzamiento del río Magdalena en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja, tuvo como base el desarrollo de las siguientes actividades, cuyas interrelaciones (retroalimentación), se ilustran a continuación:



Pasos para evaluación ambiental de obras de encauzamiento de río Magdalena tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

**Recopilación y análisis de información antecedente:** tanto documentos como cartografía, aerofotografías y otros sensores remotos, estadísticas, etc., sobre:

- (i) el proyecto -puntos críticos para la navegación, sectorización y priorización, obras típicas según problemática, diseños, costos unitarios, cantidades de obra, plan de implementación-
- (ii) los sistemas naturales y culturales asociados que incluyen el tramo de río en donde se llevarán a cabo las obras y los paisajes y biotopos terrestres, anfibios y acuáticos asociados a él.

Con base en la información recibida de BSI, se definió una área de influencia del proyecto y estructuró el mapa de paisajes y biotopos, considerando los elementos naturales y antrópicos que definen su status y las tendencias de transformación en un escenario sin proyecto. Esta cartografía inicial fue corregida y complementada con observaciones de campo y datos acopiados durante el estudio.

**Reconocimiento del área de proyecto**, para complementar la revisión y análisis de información (v. gr., verificación de las unidades de paisaje definidas), se realizaron recorridos así:

- (i) recorrido gradual por el río en motocanoa río abajo, con la finalidad de precisar la cartografía de biotopos recibida de BSI y el ensayo de protocolos de campo para el registro de información.
- (ii) recorrido por el río en el remolcador Guadalupe, en su tránsito de dos días, desde Barrancabermeja hasta Puerto Berrío, para registros de video con la cámara digital y fotografías, como insumos para caracterizar los paisajes y biotopos, inventario de infraestructuras y otros elementos construidos, asentamientos, actividades de pobladores relacionadas con el río. Igualmente, se realizaron observaciones conjuntas con los ingenieros de BSI sobre el tramo del proyecto.

Ya que BSI suministró imágenes de satélite del tramo de interés para el POEM, se obvió la realización del sobrevuelo previsto inicialmente. Dichas imágenes permitieron reconocer las características de los paisajes y biotopos, inventariar infraestructura, asentamientos y otros elementos a tener en cuenta en las salidas de campo ya citadas.

**Metodología de identificación y evaluación de consecuencias ambientales**, se emplearon dos procedimientos generales y complementarios:

- (i) identificación, sobre la cartografía del paisaje, de las áreas críticas desde el punto de vista ambiental y
- (ii) cadenas causales: cambios y consecuencias en las relaciones entre los componentes acción tecnológica (obras) → físico → biótico → social o en sentido contrario; identificación de factores atenuantes o acelerantes de los cambios; posibilidades de manejo (prevención, mitigación o compensación); información complementaria requerida para evaluación y para seguimiento y monitoría

**Trabajo de campo para evaluación ambiental**, si bien inicialmente se consideró que posiblemente los recorridos de reconocimiento serían suficientes para complementar la información requerida para definir la oferta ambiental, debido a los pocos datos secundarios sobre las poblaciones ubicadas en el tramo del Poem, se realizó un recorrido gradual por el río en motocanoa desde Barrancabermeja hacia Puerto Berrío, registrando la información en protocolos predefinidos (entrevistas, mediciones in situ, observaciones), fotografías y video.

**Definición de demanda ambiental**, consistió en precisar y detallar la información sobre el proyecto, su metodología y desarrollo, previstos y descritos en los capítulos correspondientes al mismo; así, dicha información se desagregó y se dispuso en matrices (véase capítulo 4. de Demanda ambiental), una primera desagrega la fase de construcción de las obras, de la cual deriva una segunda con un número de actividades y procesos; las definiciones de muchas de estas pueden corresponder a las dadas en ingeniería, mientras que otras no y su documentación puede requerir cálculos particulares. Cada actividad o proceso se describe brevemente, a lo cual se suma sus principales consecuencias ambientales identificadas, los indicadores de presión (o demanda) formulados y finalmente las condiciones de los sectores en relación con la actividad o proceso se deben hacer explícitas.

Para complementar la información de demanda, las matrices se acompañan de mapas en los cuales se ubican los sitios de interés, tales como las estructuras, las poblaciones cercanas, rancherías y afluentes, etc.

Tanto la cartografía como las matrices fueron complementadas y revaluadas periódicamente con información de ingeniería de diseño; debido al trabajo paralelo con el diseño de ingeniería algunos parámetros fueron obtenidos al final del presente estudio, no obstante, es importante anotar que los cambios finales en los parámetros de las obras, de acuerdo con el programa de ingeniería, sólo se reflejarán en ajustes cuantitativos en especificaciones de obras, cálculos de cantidades de obra y presupuestos, lo cual no afecta de manera drástica la identificación ni la valoración de las demandas.

En la síntesis de la demanda se presenta en una *descripción detallada del proyecto*, ilustrada con diagramas, fotografías, planos y detalles de obras típicas, ubicación, cantidades de obra, cronograma de implementación, etc., suministrada por el grupo de diseño. Esta descripción va acompañada de sendos cuadros para construcción y operación véase capítulo 4. de Demanda ambiental), en los cuales se identificó el *componente de demanda* (obra, acción o proceso), la *unidad de medida del indicador de demanda* (tomado de la tabla anteriormente descrita) y el *valor de dicho indicador*, discriminado para cada sector si es posible o conveniente. Generalmente, elementos diversos pero afines desde el punto de vista de las demandas que ejercen se organizan en rubros: v. gr., *obradores, servidumbres, materiales, personal, maquinaria y equipos*, etc.

**Definición de oferta ambiental**, además de la información de contexto geográfico del proyecto producida por ingeniería (hidrología, geomorfología, etc.), el medio ambiente natural y cultural del río Magdalena cuenta hoy en día con gran cantidad de información, de acceso a través de la Internet, que fué utilizada en la definición de la oferta ambiental regional<sup>20</sup>. Ésta se complementó con información de detalle producto del trabajo en campo. Al igual que para la demanda, se hizo una presentación típica que combina matrices y mapas (véase Leyenda del mapa de paisajes y biotopos), además de las descripciones tradicionales de los componentes físicos, biológicos y antrópicos del medio.

La cartografía propia de la oferta ambiental es un mapa de paisajes y biotopos identificados en la faja terrestre, anfibia y acuática del tramo. Las unidades básicas de paisaje en general corresponden a las unidades geomorfológicas, aunque puede haber diferencias derivadas de prácticas culturales u otros factores. Dentro de cada unidad se identificaron y caracterizaron los biotopos, según

<sup>20</sup> Para el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja las principales fuentes de información en la Internet son: IDEAM, CORMAGDALENA, Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia, Territorial Zenufaná de CORANTIOQUIA, PDPMM e IGAC. Las páginas web de la Gobernación de Santander y de la CAS tienen bastante menos información que las entidades citadas.

atributos como: relieve, drenaje, material parental, suelos, vegetación terrestre<sup>21</sup>, fauna vertebrada terrestre, vegetación y fauna acuáticas<sup>22</sup>, características limnológicas<sup>3</sup>, alteración natural, grado de antropización y status de conservación<sup>23</sup>.

**Balance oferta - demanda**, con base en los resultados de la contabilidad de *oferta ambiental* y de la *demanda*, se estableció un *balance ambiental*, considerando la fase de obras y la fase de servicio, cada una con sus procesos no planificados asociados si los hubiere. Este balance se presenta igualmente en sendas tablas, una para cada fase. Inicialmente se tenía previsto evaluar por sector, pero dado que sólo al final del estudio se contó con definición sobre las obras para el tramo I, el balance se presentó en dos matrices únicas. Es posible sin embargo, que no se encuentren diferencias sustanciales de un sector a otro, por lo cual dicho balance mantiene su validez.

Esta matriz identifica las actividades propias del desarrollo de las obras y del servicio del POEM y los elementos ambientales (físicos, bióticos y antrópicos) susceptibles de alteración por dichas actividades o los procesos generados alrededor de las mismas. Se realizó la revisión y evaluación de las posibles interacciones directas y exclusivas del POEM, dentro del contexto del Magdalena Medio y la presencia de causas regionales concurrentes o exógenas (no atribuibles a actividades del proyecto de encauzamiento del río. V. gr., el desempleo).

Cada interacción esperada se identificó con un color según grado de relación con el POEM (rojo exclusivas, ocre concurrentes endógenas a la región, amarillo concurrentes exógenas a la región) y un número que corresponde al número de una ficha en la cual se describió en detalle el efecto producto de la interacción. Se elaboraron entonces la totalidad de fichas para las respectivas interacciones identificadas (véase Fichas de evaluación ambiental, capítulo 6. Balance oferta - demanda).

Finalmente, del análisis del balance oferta - demanda ambientales (importancia de consecuencias, causas inmediatas y mediatas, factores atenuantes o exacerbantes de ellas, posibilidades de control y manejo), se derivaron los *criterios para la formulación del plan de manejo ambiental*.

**Plan de manejo ambiental**, comprende el conjunto de acciones, medidas y procesos que deben ser adelantados por el propietario de la obra o sus representantes y contratistas o terceros, con cargo al presupuesto del proyecto, ya sea en la fase de obra o de servicio. El objetivo de éstas es minimizar los deterioros que la obras o su desempeño posterior o su utilización o las acciones accidentales o negligentes del personal de CORMAGDALENA o de sus contratistas puedan causar sobre el medio ambiente natural y cultural.

Para la formulación de un PMA idóneo es crucial una sólida evaluación de las demandas ambientales, puesto que son la causa de muchos de los problemas ambientales (otros son resultado de las características de la región) y su solución suele ser viable con ajustes de diseño; mientras que los problemas debidos a características regionales aunque sean mediados por interacción con las obras o su utilización, son más difíciles de paliar.

Así, atendiendo las recomendaciones de manejo para las alteraciones identificadas, descritas en las *fichas de evaluación ambiental*, se elaboró entonces el PAM, consistente en programas descritos en sus objetivos, componentes, actividades, tiempos y costos presupuestados.

Tal como se anotó en la propuesta inicial para el presente estudio, para un buen PMA (ajustado a las necesidades del proyecto, realista y realizable), es muy conveniente tener presente los informes de seguimiento, monitoría y evaluación ex post que haya realizado CORMAGDALENA en las obras en el río. Para el caso del tramo del POEM, la información fue parcial y por tanto se recomienda la compilación, síntesis y evaluación de experiencias con base en los documentos de interventoría y los informes técnicos y administrativos de avance y cierre de obra que deben reposar en los archivos de CORMAGDALENA o de sus contratistas, como fuente de información complementaria para mejorar el PAM.

**Informe final**, tal como se indicó en la propuesta, se presentarán tres informes:

- (i) un documento inicial con el contenido fundamental de la metodología, que incluía resultados de las dos primeras

<sup>21</sup> La caracterización de las cohortes de especies de flora y fauna combinará observaciones de campo e información de la literatura para el valle medio del Magdalena y el bosque pluvial tropical. Estas caracterizaciones no son particulares de un biotopo sino más bien de un paisaje, con la excepción de algunos elementos acuáticos propios de ciertos biotopos, e. g., ciénagas; para otros (organismos terrestres y con comportamiento ecológico anfibio) serán también a nivel de paisaje.

<sup>22</sup> Sólo para biotopos anfibios y acuáticos

<sup>23</sup> Criterios a nivel de paisaje para evaluación del status de conservación e importancia biológica: criterios y atributos de calificación tomados de Dinerstein, et al. 1995; definición de status de conservación, sensu IUCN et al., 1980 modificado por Neotrópicos, 1996.

actividades descritas,

- (ii) un segundo documento de balance de oferta y demanda ambientales que contenía los procesos e interacciones ambientales más relevantes y los criterios para su manejo y
- (iii) un tercer documento con el PMA propiamente.

Adicionalmente, desde el inicio de la propuesta para este estudio, la totalidad de documentos de trabajo de base y complementarios, así como los resultados parciales del EIA, EA y PMA se desarrollaron mediante la interacción y comunicación de los miembros del equipo de trabajo vía una plataforma colaborativa en la Internet que permitía:

- consignación de todo tipo de archivos a un página de navegación programable por cualquier usuario autorizado( textos, cuadros, ilustraciones, mapas, fotografías, fotofasímiles de documentos),
- referencias internas y externas a otros archivos pertinentes
- 

En conjunto estos documentos conforman el informe final ambiental del proyecto e incorporarán las correcciones, observaciones y comentarios de inicialmente de del equipo de ingeniería, BSI.

## Referencias citadas

Dinerstein, E., D. M. Olsen, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Book-binder y G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank, WWF. Washington D. C., USA.

IUCN, PNUMA, WWF. 1980. A world conservation strategy. Second draft. 97 pp. Gland, Suiza.

Neotrópicos. 1996. Diseño de metodologías y procedimientos de evaluación de problemáticas de flora y fauna asociadas a desarrollos de los varios sectores a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Informe final. Medellín, 22.11.96.



# 3 Obras de control de caudales de verano

## Introducción

En este capítulo<sup>24</sup> se describen las características técnicas del trabajo por realizar para el encauzamiento de las *aguas bajas* del río Magdalena en el tramo Barrancabermeja - Puerto Berrío, a fin de optimizar la navegabilidad de las embarcaciones de diseño en épocas de verano. Es necesario subrayar que el proyecto *no contempla cierre de brazos ni de madrevejas activas* para las *aguas medias y altas* del río, las cuales seguirán transitando por el cauce mayor, tal como se explica a continuación.

Los aspectos técnicos generales para este proyecto fueron definidos y detallados en el *Estudio de demanda de transporte del Sistema Fluvial del Río Magdalena* elaborado para CORMAGDALENA por HE-SDG 2001. Los aspectos de ingeniería están contenidos en los *Informes de Fase 1* y de *Fase 2*, de donde se toman los criterios básicos y se adaptan los puntos pertinentes al tramo en estudio.

A continuación se presentan, en primer lugar los *parámetros de diseño* para las necesidades de navegación fluvial, tales como *nivel de referencia, embarcación de diseño y requerimientos geométricos del canal navegable*; posteriormente, los *conceptos fundamentales de carácter hidráulico para el manejo de los caudales* de invierno sin alterar el comportamiento potamológico general; un *estimativo de la capacidad máxima de transporte en las condiciones óptimas* que pueden lograrse en el tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja. Finalmente, se describen y detallan los diversos *tipos de estructuras diseñadas para las diferentes funciones de control hidráulico de las aguas bajas y de protección de las orillas*.

Es importante señalar que debido a las *características dinámicas de cambio permanente en las condiciones del río (alineamientos, anchuras, erosión y depósito, localización del thalweg olínea de mayores profundidades, abandono de cauces, etc)*, no se justifica que los diseños sean indicados y calculados de manera estricta para un sitio determinado. Existe la inmensa posibilidad de que, una vez cumplidos todos los trámites de aprobación, licitación, contratación y alistamiento, las condiciones puntuales hayan cambiado para ese determinado sitio. Por esta razón, los diseños se entregan de manera conceptual y aproximada, pero con todos los criterios y elementos para que puedan ser ajustados por la interventoría a las condiciones reales que llegaren a encontrarse en el terreno, al momento de iniciar la construcción de las obras.

## Parámetros de diseño

A continuación se detallan los parámetros de diseño a saber: (i) nivel de referencia (ii) condiciones actuales del canal navegable y (iii) embarcaciones de diseño.

### Nivel de referencia

Para el diseño conceptual se utilizaron los planos en escala 1:25.000 suministrados por Cormagdalena, elaborados por el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos (LEH – UN: Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá)] y el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores (LEH – LF, Universidad del Norte, Barranquilla). El *nivel de referencia (NR)* para el tramo en estudio, está definido como el nivel de aguas bajas que es igualado o superado el 95% del tiempo. Bajo este nivel de aguas se busca mantener la profundidad mínima necesaria para el paso de la embarcación de diseño.

Los datos sobre los N Ren Barrancabermeja y Puerto Berrío son tomados de la información del IDEAM. Los abscisados corresponden a los planos del LEH – LF según se muestra a continuación (Cuadro 1). La pendiente hidráulica promedia del tramo se estima en 0,30 metros por kilómetro.

Cuadro 1. Abscisados y nivel de reducción en los dos puertos extremos del tramo en estudio

estación	abscisa (km)	N <sub>r</sub> (m s.n.m.)	nivel mínimo registrado (m s.n.m.)
Puerto Berrío	770 + 000	107,07	106,55
Barrancabermeja	667 + 000	71,77	71,02

Fuente: LEH – UN (Tablas 3.2 y 3.3, Estudio de Caracterización... diciembre, 2000)

<sup>24</sup> Documento elaborado por el ing. David Puerta Zuluaga en 05.-12.12.2006, revisado el 18.12.2006. Complementos y pequeñas modificaciones cosméticas de pregunta o aclaración elaboradas por Neotrópicos.

## Condiciones actuales del canal navegable

Las condiciones de navegación actuales para embarcaciones mayores, para el tramo en estudio, son las siguientes :

- calado disponible en verano	1,50 m (5 pies)
- anchura del cauce en aguas mínimas	variable entre 600 m y 2.400 m
- anchura de solera canal navegable	60 m
- velocidad promedio del agua en el canal	aproximadamente 1,5 m/s
- la profundidad objetivo para el año 2019 es	2,10 m (7 pies)

## Embarcaciones de diseño

El transporte en el río Magdalena es prestado por empresas de carácter privado. Las empresas deben solicitar licencia ante la Dirección de Transporte Fluvial del Ministerio de Transporte, estar registradas y demostrar su capacidad para mantener el servicio.




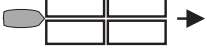
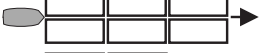

La flota fluvial existente para cargas mayores ha sido adaptada para la anchura de canal disponible y la profundidad confiable durante la mayor parte del año, para los diversos tramos del río. Hasta la fecha, el mayor tráfico se desarrolla en el tramo entre Barrancabermeja y Cartagena. Las dimensiones típicas de las barcazas utilizadas con mayor frecuencia (95%) en dicho tramo, son las siguientes:

- calado	1,80 m (6 pies)
- manga	10 m a 13 m
- eslora	45 m a 60 m

La profundidad mínima necesaria para que las barcazas puedan navegar a carga plena es de 2,10 m (7 pies) que incluyen los 1,8 m (6 pies) del calado más 0,3 m (1 pie) de profundidad como margen de navegación.

En el Cuadro 2. se muestra la nomenclatura usada para las diferentes conformaciones de convoyes. En el Cuadro 3., las dimensiones típicas de los convoyes más frecuentes en el río para los diversos tramos.

Cuadro 2. Nomenclatura de convoyes de carga

configuración	nombre	forma del convoy
Remolcador + una barcaza	R-B	
Remolcador + dos barcazas en paralelo (pacha)	R-2B	
Remolcador + dos barcazas en serie (puya)	R-B-B	
Remolcador + cuatro barcazas en dos hileras de a dos	R-2B-2B	
Remolcador + seis barcazas en tres hileras de a dos	R-2B-2B-2B	
Remolcador + seis barcazas en dos hileras de a tres	R-3B-3B	

Fuente: Tomado de HE-SDG 2001

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 sobrecargos 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. Por su parte el convoy más ancho (R-3B-3B) exige una anchura en la solera del canal del orden de 60 m para su navegación segura.

Cuadro 3. Dimensiones y conformación típicas de los convoyes más grandes que operan actualmente en el río Magdalena

dimensiones del convoy		La Dorada - Pto. Berrío	Pto. Berrío - B/bermeja	B/bermeja - costa norte
remolcador	eslora (m)	22	32	36
	manga (m)	4,8	6,3	11
	potencia (HP)	800	1.440	2.100
barcaza	eslora (m)	45	53	60
	manga (m)	10,5	11,2	12,7
longitud total (m)	contra corriente	112	138	216
	con la corriente	67	138	156
anchura total (m)	contra corriente	10,5	22,5	25,4
	con la corriente	21	22,5	38,1
capacidad transportadora (t)	contra corriente <sup>1</sup>	750	2.650	5.500
	con la corriente	–	–	6.600
composición típica (ver cuadro 2.)	contra corriente	R-B-B	R-2B-2B	R-2B-2B-2B
	con la corriente	R-2B	R-2B-2B	R-3B-3B

Fuente: HE-SDG 2001

<sup>1</sup>. Se indica la capacidad transportadora de carga, diferente de la capacidad remolcadora que incluye el peso propio de los botes del convoy.

La capacidad de transporte de las barcazas varía entre 100 y 1.200 t/barcaza. La potencia de remolcadores es del orden de 2.000 HP. Para seis barcazas, la capacidad total usualmente utilizada por convoy es de 6.000 toneladas. En épocas de aguas bajas, se acostumbra cargar las barcazas a menor capacidad, para obtener un menor calado.

Para el tramo entre Barrancabermeja y Puerto Berrío, se usan hoy en día remolcadores y barcazas de menor tamaño. Es frecuente también cargar las barcazas grandes por debajo de su capacidad para obtener menor calado. Se considera normal el tráfico de convoyes hasta de 3.000 toneladas en este tramo, en configuración R-B y R-2B, con remolcadores del orden de 1.400 HP.

Aunque en el tramo entre Puerto Berrío y Puerto Salgar/La Dorada, han navegado embarcaciones y convoyes R-B hasta de 1.000 toneladas, en la actualidad no hay navegación permanente, salvo un transporte de productos minerales desde Puerto Nare hacia la costa Caribe, mediante convoyes R-B de 800 toneladas.

En el presente proyecto se busca optimizar el tramo del río para que entre Barrancabermeja y Puerto Berrío transite en el futuro inmediato, como convoy de diseño, el tipo R-2B-2B-2B, con capacidad nominal del orden de 6.000 toneladas por convoy.

Para el futuro, puede ser que se incorporen al río embarcaciones diferentes, con calados mayores o menores que los actuales o que requieran conformación diferente de los convoyes o unidades autopropulsadas de gran capacidad.

Ante la incertidumbre en cuanto a la flota del futuro para el río Magdalena (que finalmente será determinada por el mercado y el comportamiento de la demanda y las facilidades de la oferta), se ha adoptado el criterio de definir, por una parte, un *escenario base*: el canal navegable en su condición actual y al otro extremo, un *escenario máximo posible* dentro de las condiciones físicas y de acuerdo con las obras de ingeniería que, dentro del estado actual de conocimiento, se pueden acometer con razonable seguridad.

Dentro de estos dos escenarios, (el actual y el ideal), se podrán inscribir diversas etapas de expansión gradual y la oferta se irá adaptando a las exigencias de la demanda. En tales condiciones, se podrá llegar al estado ideal en que las embarcaciones se vayan adaptando al río disponible, mientras el río va siendo adaptado gradualmente en función de la demanda.

En el estudio de demanda HE-SDG 2001 se analizaron en detalle las diversas alternativas en la conformación de la flota, aprovechamiento de las anchuras disponibles, cambio de flotas para diversos tramos del río, etc. Las soluciones diferirán en cuanto al número de contenedores susceptibles de ser transportados por año por cada tipo de convoy y la selección final la hará la empresa privada, en función de los costos involucrados.

## Metodología empleada para el diseño de las obras

El diseño de las obras para mejoramiento del canal navegable ha sido adaptado del procedimiento usado en el río Mississippi y sus tributarios, por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de América (USACE), bajo la supervisión de la Environmental Protection Agency (EPA). Este procedimiento ha sido puesto en práctica de manera consistente desde mediados del siglo XX y ha demostrado ser el más efectivo en términos de costos.

La metodología se basa en procedimientos matemáticos y empíricos que utilizan datos existentes sobre el río para establecer los criterios de diseño. Se parte del principio de reconocer que el sistema existente en el río tiene ya incorporadas, en grado cuasi – infinito, todas las variables matemáticas, tales como: la hidrografía permanentemente variable; sedimentos variables en tamaño y en su composición de fondo y en suspensión; dinámica permanente en la geometría plana (alineamientos y curvaturas); materiales variables de orillas, pendientes, etc. Por consiguiente, si se usa la información procedente del mismo sistema natural del río para desarrollar los criterios de diseño, se estarán incorporando todas las variables del sistema, conocidas o desconocidas y con ello se estará incrementando el rango de certeza en los diagnósticos.

El método general se basa en la determinación del valor numérico predominante de la conductividad hidráulica (*hydraulic conveyance* en la literatura en inglés) en las diversas secciones transversales del río, en las condiciones de *cauce lleno*, cuyo caudal se considera predominante y es el más representativo para la dinámica geomorfológica del cauce ( Petts, Calow 1996 ). Las modificaciones antrópicas que se introduzcan en la sección geométrica (mediante diques y dragados) para buscar la formación de un canal navegable permanente, deben respetar el valor original de la *conductividad hidráulica* en la nueva forma geométrica inducida.

$$K=Ad^{2/3}$$

En donde:

$K$  = conductividad hidráulica en  $m^{4/3}$

$A$  es el área de la sección transversal en  $m^2$ ,

$d$  es la profundidad en  $m$

La *conductividad hidráulica* resulta en  $m^{4/3}$ , de la sección geométrica por debajo de un nivel de aguas igual al nivel de aguas mínimas de referencia más una altura de lámina de varios metros que depende de la sección considerada (ver Figura 1.). Esta altura de lámina sobre el nivel de referencia (o nivel de reducción) representa aproximadamente una altura a “*banca llena*”, la cual es a su vez representativa del caudal dominante en la configuración de las características geométricas del cauce.

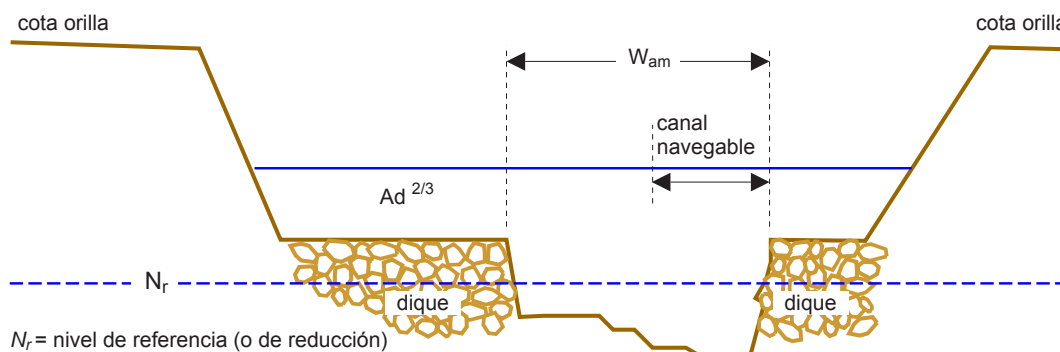
$W_{am}$  = Anchura del río en aguas mínimas controladas (en  $m$ ) > anchura del canal navegable

$N_r$  = nivel de referencia o nivel de reducción en  $m$

$A$  = área de la sección transversal en  $m^2$

$d$  = profundidad en  $m$ ; conductividad hidráulica ( $K$ ) en  $m^{4/3}$

En la figura 1. se muestran los elementos que intervienen en el cálculo numérico. La idea central es que el área que se quita por los diques y enrocados, sea adicionada por el trabajo natural del río para conservar el mismo valor numérico de la conductividad hidráulica (en  $m^{4/3}$ ). Inicialmente y para acelerar el proceso, se acostumbra realizar un dragado de inducción que el mismo río se encargará de mantener.



$N_r$  = nivel de referencia (o de reducción)

$W_{am}$  = anchura del río en aguas mínimas

Figura 1. Sección típica de canal navegable con anchura controlada

La selección de la conductividad hidráulica como parámetro del diseño se basa en estudios de Anding (1970), quien demostró la consistencia existente en la conductividad hidráulica entre los cruces y las curvas para este caudal dominante y en los estudios de Biedenharn (1987) que demuestran que la gran mayoría del sedimento total es transportada por los estados de banca llena o menores. El término *Ad* 2/3 es derivado de la fórmula de Manning para el caudal, donde *d*(profundidad) reemplaza en la práctica al *radio hidráulico*, en ríos como el Magdalena en su sector medio, cuyo ancho es muchísimo mayor que la profundidad.

Dicho en otras palabras, para un caudal constante (de agua más sedimentos), la conductividad será aproximadamente la misma en todas las secciones. No es exactamente igual, porque el caudal no es nunca constante en un río aluvial, además de que en cualquier momento la sección está en proceso de erosión o de sedimentación, dependiendo del estado hidrográfico en el momento anterior, por lo cual nunca tiene el tiempo necesario para ajustarse a las nuevas condiciones.

No obstante, los estudios continuos durante casi 30 años en el sistema del Mississippi muestran una razonable consistencia entre la conductividad hidráulica y las condiciones morfológicas del canal navegable para todas las secciones en el río, lo cual indica que el caudal es esencialmente proporcional a la conductividad hidráulica y se infiere que si se da tiempo para que un caudal determinado uniformice el cauce, todas las secciones transversales se ajustarán a esta condición. Los estudios de campo también han demostrado que la preponderancia de erosión o de sedimentación en una sección individual, tiende a ocurrir en las áreas ocupadas por el canal principal, mientras en los canales secundarios de la sección, la dinámica es mucho menos notoria.

Es importante señalar que, de esta manera, se permite que el flujo natural hidrológico del río continúe funcionando de acuerdo con sus propias características. En otras palabras, *con las obras diseñadas sólo se gobiernan las aguas bajas en épocas de verano y no se altera ni obstruye el paso de los caudales de aguas altas o de crecientes*. Para emplear este enfoque empírico, es necesario reconocer también que:

- ocurre un cambio permanente en las secciones individuales del río para mantener uniforme su conductividad hidráulica;
- los valores de la conductividad hidráulica a cauce lleno son consistentes
- de los elementos que integran la ecuación del flujo hidráulico, sólo las dimensiones geométricas - *alineamientos generales, anchura de canal y altura de diques* - puede ser manejadas por la ingeniería; los demás elementos dependen de factores que escapan a su control, como el *caudal* (función de la hidrología en ríos con libre escorrentía), las *características de los materiales del cauce y la pendiente longitudinal del río y del valle aluvial*.

A continuación se detallan los elementos, criterios y procesos seguidos para estimar el tipo de obras por realizar en el río, para tratar de inducir la formación de un canal de navegación permanente durante la época de aguas mínimas.

### **Anchura de diseño del cauce para aguas mínimas**

Se calculó la anchura mínima de diseño posible para el cauce de aguas bajas, basada en la geometría preponderante. La idea consiste en fijar dicha anchura mediante la construcción gradual de obras de encauzamiento de flujos mínimos, para que con la contracción, la dinámica del río excave hasta profundidad deseada para el canal navegable. A menor anchura del cauce, se requiere mayor cantidad de obras, pero se garantizan mayores profundidades. Dentro de ese cauce de aguas mínimas, se inscribe el canal de navegación, con la anchura suficiente para permitir el paso de embarcaciones con las máximas dimensiones esperadas. El procedimiento seguido se describe a continuación.

1. Con base en datos tomados de los planos se calculó el radio característico de las curvaturas del río y se definió como representativo el radio mínimo de 900 metros (3.000 pies).
2. Se determinó la anchura predominante de las secciones transversales en sitios donde nunca ha existido problema de navegación por profundidades. Con la curvatura mínima adoptada, se trazaron plantas con anchuras de 300 m y 500 m para el cauce de aguas mínimas, siguiendo la forma general del alineamiento actual y evitando al máximo los cortes y rectificaciones.
3. Mediante curvas empíricas desarrolladas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (ver Figura 2.), se determinó la anchura de canal navegable necesaria para que el máximo convoy de los que circulan por el río, compuesto por un remolcador y 6 botes, con dimensiones máximas (en conformación de puya R-2B-2B-2B) pueda navegar fácilmente por las curvas de 900 metros de radio, en viaje de bajada. Esta anchura es de 76 metros, la cual sería la máxima posible en curvas para el sector considerado, para una sola vía, pero permite perfectamente el cruce de los convoyes en los alineamientos rectos.

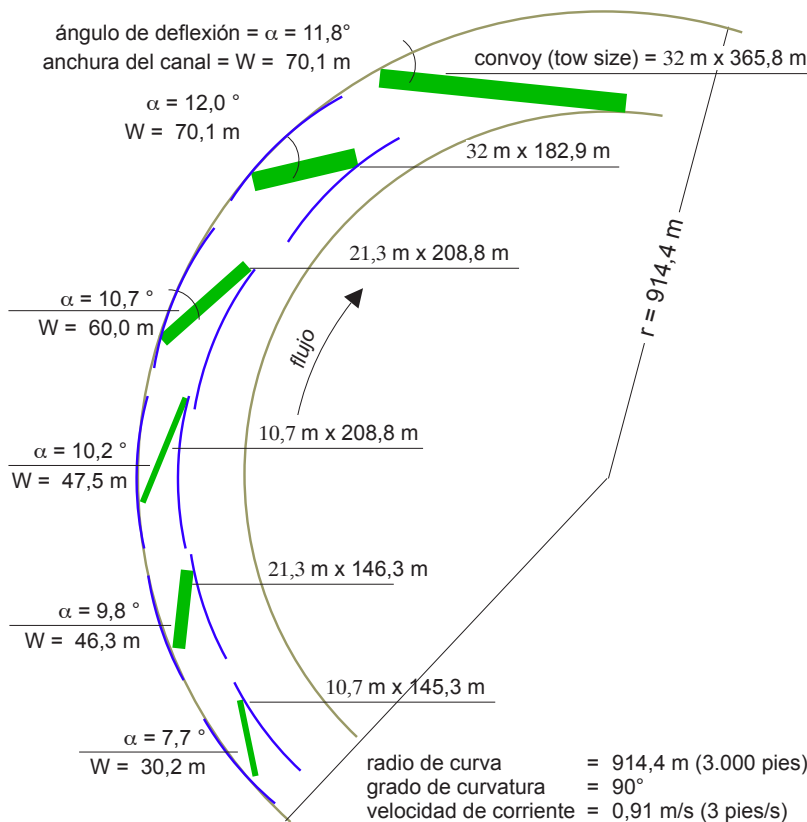


Figura 2. Variación en el ángulo de deflexión (a) y anchura del canal para diferentes convoyes

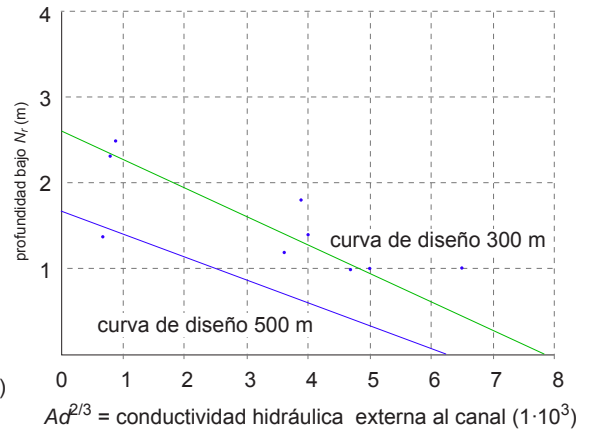


Figura 3. Curvas de diseño de conductividad hidraulica Puerto Salgar - Puerto Berrío, cauce de aguas mínimas: 300 m, 500 m, convoy: R - 2B - 2B - 2B (6 botes)

4. Se dibujaron secciones transversales representativas del río en el sector estudiado (Berrío – Barrancabermeja) y se determinó para cada sección, la profundidad bajo el nivel de reducción en el punto con fondo más alto del canal navegable. A partir de esta línea se calcularon los valores de la conductividad por fuera de la anchura de cauce mínimo, hasta las orillas y por debajo de la línea de cauce lleno.

5. Con base en los valores de conductividad hidráulica se determinaron las curvas de diseño más convenientes para las diversas profundidades necesarias en los diferentes tramos.

Las curvas de diseño para el tramo Puerto Salgar – Puerto Berrío se muestran en la Figura 3 donde se observa que la máxima profundidad que podría obtenerse bajo el nivel de reducción es del orden de 2,6 metros, angostando hasta 300 metros el cauce de aguas mínimas. Para 500 metros de cauce de aguas mínimas, la máxima profundidad alcanzable estaría del orden de 1,7 metros.

Las curvas de conductividad hidráulica muestran también otra ventaja de este método: la posibilidad de aumentar de manera gradual la profundidad del canal navegable, a medida que lo exige la demanda de transporte, mediante un aumento gradual y calculado en forma técnica, de las obras de contracción del cauce y manejo de flujos mínimos.

### Condiciones máximas posibles del canal navegable para el tramo

De acuerdo con los análisis efectuados de manera preliminar, las condiciones máximas posibles del canal navegable se sintetizan a continuación:

- calado disponible en verano 2,70 m (9 pies)
- anchura del cauce en aguas mínimas 500 m
- anchura de solera canal navegable 119 m

Las anchuras y profundidades indicadas permitirían la navegación de convoyes hasta de 15 botes entre Puerto Berrío y Barrancabermeja.

Como objetivo para el año 2019, se espera cumplir con las siguientes condiciones de navegabilidad:

- profundidad disponible en verano 2,10 m (7 pies)
- horario de navegación 24 horas diarias
- anchura de canal 1 vía para convoy R-3B

## Tipos de obras por ejecutar

Las obras para control de aguas de verano consisten en la combinación de revestimientos y de diques. En general, para modificar las secciones transversales para el manejo de aguas mínimas, se utilizan cuatro tipos de obras, mostradas de manera esquemática en la Figura 4(a) (Figura 5.9 (a)) y de manera detallada en los planos que acompañan el presente informe.

Una estructura determinada puede constar de uno o varios de los tipos indicados, dependiendo de su función, su colocación dentro del río y las condiciones físicas del cauce donde se inscribe la estructura.

**Revestimiento en trincheras.** Se usa para revestir orillas que están en proceso de erosión o para conformar alineamientos futuros de la orilla para rectificaciones del cauce. Este tipo de estructuras es fundamental para evitar la divagación del cauce, fijar y estabilizar el canal navegable. El flujo es esencialmente paralelo a la estructura. La trinchera se diseña para permitir el escurrimiento de un volumen adecuado de material hacia el hueco que produzca la erosión calculada (normalmente entre 1 y 2 m bajo el nivel de referencia), a lo largo de la estructura. El recubrimiento debe cubrir toda la altura necesaria hasta un punto donde la vegetación (natural o inducida) pueda prevenir la erosión. Dentro de esta clasificación se han diseñado las secciones típicas siguientes:

*Tipo A -1* : Fondo del río hasta 4,50 m al pie de la orilla está más alto que el *nivel de referencia*

*Tipo A -2* : Fondo del río mas bajo que  $N_r$  y orillas en proceso de erosión

*Tipo B* : Construcción inicial totalmente en tierra

*Tipo C* : Terreno natural del lado de tierra del EPE<sup>25</sup>, total o parcialmente bajo el talud proyectado del revestimiento.

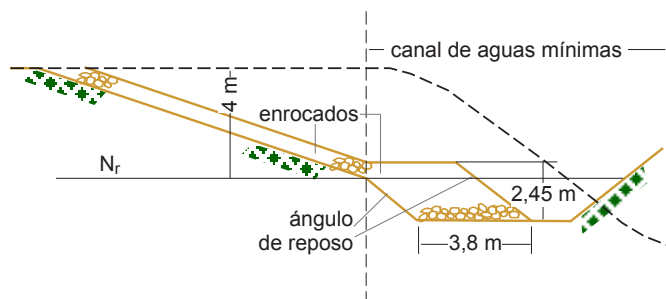


Figura 4a. Revestimiento en trincheras

**Enrocados de alineamiento.** Son estructuras que se construyen en el fondo del río para rectificar alineamientos, o para dirigir el flujo en cruces y áreas donde la orilla es demasiado baja para permitir la construcción de un revestimiento en trinchera. Los detalles se muestran en la Figura 4 (b). El flujo puede ser longitudinal o transversal a la estructura. Este tipo de estructura requiere que la trinchera contenga material rocoso en volumen suficiente para permitir el escurrimiento de la roca hacia la parte erosionada (como en la categoría I) y hacia la parte de aguas abajo de la estructura, además de que la parte superior debe resistir las cargas hidráulicas que se desarrollan a través de la estructura.

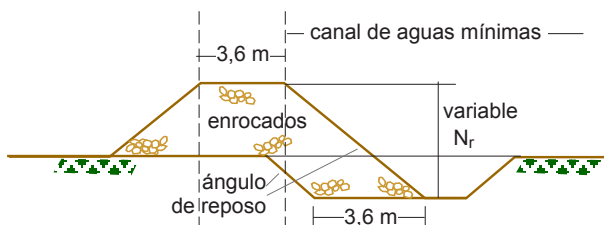


Figura 4b. Enrocados de alineamiento

<sup>25</sup> EPE es el acrónimo de: Eje principal de la estructura

Dentro de esta categoría están las secciones típicas siguientes:

*Tipo E* : Transición de revestimiento a dique

*Tipos F, F-1, F-2* : Terreno natural sobre N R

*Tipo G* : Dique paralelo a la orilla, con terreno natural encima o debajo del N R

**Diques direccionales de aguas bajas.** Los diques se utilizan para orientar las líneas de corriente, promover el desarrollo de nuevas orillas, controlar el flujo de aguas bajas en brazos menores y servir como pantallas hacia tierra en complemento de la acción de los revestimientos de fondo, véase figura 4c. Como esencialmente todo el flujo es transversal a estas estructuras, están diseñadas para soportar las cargas hidráulicas que se generan a través de la estructura y deben prever el volumen de enrocado para llenar y estabilizar el hueco de erosión que se forma aguas abajo.

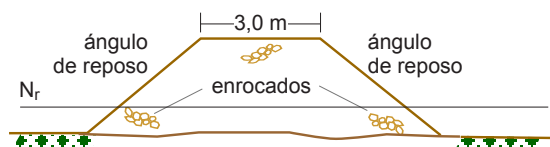


Figura 4c. Diques direccionales de aguas mínimas

Las secciones típicas clasificadas en esta categoría son:

*Tipo H* : Dique paralelo o transversal, en agua, terreno natural bajo  $N_r$

*Tipo J* : Dique paralelo o transversal, terreno natural sobre  $N_r$  (playones altos, piso suelto). Ancho de corona 3 m

*Tipo K* : Dique paralelo o transversal, terreno natural sobre  $N_r$ , piso firme, ancho de corona 6 m

*Tipo L* : Dique triangular, piso firme bajo  $N_r$

Anclajes de los diques en enrocado. Sirven para empotrar las estructuras en los barrancos laterales del río. Los tipos más frecuentes son los siguientes:

*Anclaje Tipo M* : Barranco de orilla alto, respecto al  $N_r$

*Anclaje Tipo N* : Barranco de orilla bajo, respecto al  $N_r$

**Diques direccionales en geotubos.** En aquellos sitios en donde se dificulte la colocación de enrocados y en todos los casos en donde económicamente resulte favorable, se usarán diques de geotubos. Estos son cilindros de gran diámetro ( $\varnothing > 1$  m) y gran longitud (de hasta 100 m), fabricados en geotextil (polipropileno); se llenan por bombeo con arena del mismo material de dragado, mediante bocas de acople y de alivio de presiones que vienen colocados en fábrica.

Existen muchos artículos técnicos<sup>26</sup> que ilustran experiencias de proyectos ya construidos, para múltiples propósitos manejo costero, fluvial y ambiental, en diversas partes del mundo. Las principales ventajas observadas en el geotubo son:

- suficiente permeabilidad para aliviar el exceso de presión interior de agua
- retiene hasta el 100% del material dragado (en geotextil no tejido)
- resiste las presiones de llenado y las cargas activas sin rupturas de los sellos o del geotextil
- resiste las fuerzas de abrasión mecánica durante las operaciones de llenado
- soporta los esfuerzos de desdoblamiento y colocación
- resiste los esfuerzos cortantes y los desgarramientos
- resiste la luz ultravioleta
- tiene muy larga duración y mínimos requerimientos de mantenimiento.

<sup>26</sup> En especial se mencionan los siguientes:

- [1] US Army Engineer Waterways Experiment Station, Mayo de 1995: Dredged Material - Filled Geotextile Containers, Environmental Effects of Dredging, Technical Notes, Document EEDP-05-01;
- [2]: Landin, M.C., et al., 1996. New applications and practices for beneficial uses of dredged materials.
- [3]: Fowler, J, et al. Geotextile contained contaminated dredged material, Marina del Rey, Los Angeles, and Port of Oakland, California.
- [4]: De Bruin, P. y Loos, Christian, 1995. The use of geotubes as an essential part of an 8.8 m high North Sea dike and embankment, Leybucht, Germany. En revista "Geosynthetics World", April/May, 1995, vol. 5, No.3.
- [5] Dunne, Mike, (7/16/98). "Soft dike" project paying off on Mississippi River, in The Advocate Online, Baton Rouge, Louisiana.



El geotubo almacena un gran volumen y peso de sedimento. Este gran peso, unido a la resistencia propia del material sintético contra los esfuerzos de tensión y de corte, proporciona un dique estable aún en esfuerzos debidos a las crecientes. Además, el hecho de ser permeable al agua pero que impide la salida de los sedimentos, significa que alberga el material sin permitir que se disperse en sitios no deseados.

Ambientalmente se ha comprobado que en las áreas confinadas por geotubos, se propicia el crecimiento de vida silvestre (vegetal y animal), porque retienen los sedimentos y se establece una relación suelo – agua análoga a las condiciones naturales de los humedales. Al mismo tiempo proporciona un recinto seguro para confinamiento de material contaminado que, en su posición bajo capas de sedimentos, no ofrece peligro pero que, al ser dragado nuevamente, podría ponerse en suspensión e iniciar un proceso de bioacumulación en la cadena trófica.

Para efectos del presente estudio, se ha supuesto la colocación de geotubos elípticos de 1,50 m de altura y 3,21 m de anchura mayor, con un volumen de 4,13 m<sup>3</sup>/m lineal, rellenos de sedimentos procedentes del mismo material de dragado. De esta manera se logra la estabilidad del dique en épocas de aguas altas.

## Las obras del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja (POEM)

Los resultados de la aplicación de la metodología, sintetizada en los apartes anteriores, se presentan a continuación. Cabe resaltar nuevamente que estos planteamientos corresponden a las recomendaciones para las condiciones del río durante el período de estudio, las que seguramente diferirán de las que se encuentren cuando se contraten las obras.

### Alineamiento del canal de navegación

Los alineamientos del canal y la disposición de las estructuras del POEM se desarrolla con base en los criterios planteados arriba. Este diseño se hace para un convoy de 6 barcasas, un radio mínimo de 900 m y una anchura de 500 m en el cauce de aguas mínimas, para un calado de 1,8 m (6,0 pies) y una profundidad de 2,1 m (7.0 pies) bajo el nivel de referencia.

La profundidad deseada se obtendrá ajustando las alturas de los diques, lo cual controla el valor del factor de forma de la sección geométrica sobre dichas estructuras. Si se logra la estabilidad del canal en los alineamientos buscados, el río soportará convoyes de mucha mayor capacidad que los de diseño mencionados, con sobrealturas mínimas en los diques construidos. Este alineamiento ideal no es viable económicamente para un río trenzado, como el Magdalena en este sector, debido al gran volumen de obras por realizar a fin de lograr la estabilización del canal. La mejor decisión es buscar un término medio entre el desarrollo de alineamientos definidos, la construcción de estructuras y la utilización máxima de las orillas estables existentes.

El alineamiento del canal que se entrega en este estudio, junto con la disposición de estructuras, acordes con los criterios técnicos ya expresados, conforman el Plan Maestro que se utilizará como guía para controlar el sistema fluvial. El alineamiento del canal será desarrollado para utilizar al máximo posible, las orillas de resistencia alta y media a la erosión (definidas por el estudio geomorfológico), con el objeto de reducir la longitud de estructuras de protección. De igual manera, se tendrá el cuidado de considerar la localización de la línea actual y prevista de mayores profundidades (el *thalweg* o *vaguada*, llamado popularmente “*el agua oficial*”), para evitar el costo de la relocalización del canal. No obstante, el sistema fluvial del río Magdalena es muy dinámico y exige que se mantengan coordinación y flexibilidad considerables en la planeación, el diseño y la construcción de las obras.

### Trazado del canal proyectado

El eje del canal se trazó con base en las líneas de navegación del 26 de agosto del 2006, 19 de enero y 31 de marzo de 2007; manteniendo la sinuosidad<sup>27</sup> del sector con el fin de minimizar interferencias con el patrón del canal principal del río. La sinuosidad entre Puerto Berrío y Barrancabermeja resultó ser baja, ca. 1,20. De acuerdo con Schumm<sup>28</sup>, el tramo del canal se puede clasificar como de patrón simple, en el cual predomina la carga de fondo del transporte de sedimentos.

Las estructuras de encauzamiento fueron planteadas para conformar un canal con una *anchura disponible* de 500 m, definida con base en la *curva de diseño* obtenida a partir de secciones transversales. El canal navegable se estableció de doble vía para tránsito

<sup>27</sup> Sinuosidad: relación existente entre la longitud del cauce principal y la del valle que drena

<sup>28</sup> Schumm, Stanley A. 1977, *The fluvial system* : New York, John Wiley & Sons, 338 p  
Schumm, Stanley A. 1988. *Variability of the Fluvial System in Space and Time*. Capítulo 12 en: Thomas Rosswall, Paul G. Risser, Robert G. Woodmansee (editores). 1988. SCOPE 35. Scales and Global Change - spatial and temporal variability in biospheric and geospheric processes. Scientific Committee On Problems of the Environment (SCOPE)  
Schumm, Stanley A. 2005. *River Variability and Complexity*. New York: Cambridge University Press. ISBN 0-521-84671-4

de convoyes con una manga máxima de 25 m, eslora de 240 m y calado máximo de 1,8288 m (6,0 pies). La franja de seguridad intermedia durante el cruce de convoyes se adoptó de dos 2 mangas y de 1 manga a cada lado del canal. La anchura resultante de la plantilla del canal navegable es de 150 m y la profundidad del canal para el nivel de referencia de aguas bajas (90%) es de 2,1336 m (7.0 pies).

Para los diferentes sectores en los cuales fue dividido tramo el se han propuesto una serie de estructuras distribuidas de tal forma que se logre una estabilización del thalweg del río, el cual en la actualidad divaga a lo ancho del mismo en las diferentes épocas del año. Con esta distribución de estructuras se busca concentrar los dispersos flujos de verano, incidiendo con ello en el mejoramiento de las condiciones de navegabilidad en esta época. Con las restricciones que producen las obras al flujo se pretende motivar al río a realizar un “*automantenimiento*” del canal navegable, con lo cual se deben disminuir a largo plazo los dragados durante la fase de servicio (draados de mantenimiento), para mantener la profundidad requerida para la navegación.

El canal proyectado se desarrollará a lo largo de 101,2 kilómetros medidos por el eje del proyecto a partir del puente de Puerto Berrío hasta el puente de Barrancabermeja.

De acuerdo con lo anterior se localizaron 59 estructuras distribuidas en los cinco sectores de la siguiente forma, cuadro 4. la ubicación aproximada de cada estructura una se muestra en el mapa 1.




Cuadro 4. Distribución de estructuras

sector	estructuras	total
I	1 - 13	13
II	14 - 23	10
III	24 - 37	14
IV	38 - 48	11
V	49 - 59	11

## Cantidades de obra

En el cuadro 5. se sintetizan las cantidades de obra de cada una de las estructuras, agrupadas por sectores; complementariamente, se sintetizan las características del tramo.

Cuadro 5. Síntesis de cantidades obras del POEM, sectores I - V

n° estructura	enrocado (m <sup>3</sup> )		excavación (m <sup>3</sup> )			relleno (m <sup>3</sup> )	desmorte (m <sup>2</sup> )	descapote (m <sup>2</sup> )	sector												
	bajo agua	en seco	en agua	en seco	a mano																
1	41.000	28.000	50.000	52.000	8.000	10.000	29.000	21.000	 <p><b>I Puerto Berrío - Vuelta Acuña</b> de km 782,5 a km 757,5 L= 25 biotopos terrestres + anfibios (km<sup>2</sup>)</p> <table border="1"> <tr><td>colinas disectadas</td><td>30,2</td></tr> <tr><td>terrazas</td><td>8,7</td></tr> <tr><td>albardón</td><td>11,9</td></tr> <tr><td>islas</td><td>13,5</td></tr> <tr><td>playón de ciénaga</td><td>53,4</td></tr> <tr><td>orillar</td><td>9,9</td></tr> </table>	colinas disectadas	30,2	terrazas	8,7	albardón	11,9	islas	13,5	playón de ciénaga	53,4	orillar	9,9
colinas disectadas	30,2																				
terrazas	8,7																				
albardón	11,9																				
islas	13,5																				
playón de ciénaga	53,4																				
orillar	9,9																				
2	10.000	200	10.000	300	50	30	500	500													
3	14.000	200	5.000	11.000	50	30	13.000	400													
4	74.000	300	36.000	97.000	80	40	50.000	500													
5	13.000	100	27.000	70	10	3.000	50.000	500													
6	20.000	300	7.000	26.000	4.000	3.000	13.000	500													
7	19.000	20.000	43.000	24.000	3.600	8.000	20.000	24.000													
8	56.000	200	24.000	51.000	70	40	36.000	300													
9	18.000	200	38.000	200	30	3.000	200	500													
10	30.000	200	34.000	300	50	40	300	300													
11	23.000	9.000	31.000	9.000	1.000	5.000	8.000	9.000													
12	32.000	12.000	60.000	20.000	50	40	19.000	500													
13	50.000	200	32.000	40.000	7.000	12.000	31.000	1.000													
Σ	400.000	71.000	397.000	331.000	24.000	44.000	270.000	59.000	Ranchería en isla efímera, aguas abajo de El Aterro, verano de 2007												
14	13.000	300	14.000	6.000	900	2.000	7.000	500	 <p>sitios   habitantes 4 3.392</p> <p><b>II Vuelta Acuña - Los Morros</b> de km 757,5 a km 737,0 L= 20,5 biotopos terrestres + anfibios (km<sup>2</sup>)</p> <table border="1"> <tr><td>colinas disectadas</td><td>103,2</td></tr> <tr><td>terrazas</td><td>22,8</td></tr> <tr><td>albardón</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>islas</td><td>11,0</td></tr> <tr><td>playón de ciénaga</td><td>16,9</td></tr> </table>	colinas disectadas	103,2	terrazas	22,8	albardón	7,5	islas	11,0	playón de ciénaga	16,9		
colinas disectadas	103,2																				
terrazas	22,8																				
albardón	7,5																				
islas	11,0																				
playón de ciénaga	16,9																				
15	9.000	300	14.000	400	2.000	1.000	500	500													
16	5.000	300	5.000	4.000	600	800	2.000	500													
17	24.000	300	37.000	400	6.000	4.000	500	500													
18	0	42.000	0	46.000	7.000	6.000	18.000	33.000													
19	51.000	300	22.000	57.000	12.000	8.000	43.000	500													
20	8.000	300	13.000	400	60	1.000	700	500													
21	93.000	500	119.000	23.000	21.000	14.000	20.000	500													
22	38.000	4.000	7.000	55.000	8.000	6.000	14.000	3.000													
23	14.000	300	3.000	19.000	3.000	2.000	13.000	500													
Σ	255.000	49.000	234.000	211.000	61.000	45.000	119.000	40.000	Río Nuevo, estrechamiento entre colinas terciarias, en primer plano zona inundable												
24	27.000	600	21.000	24.000	4.000	4.000	12.000	1.000	 <p>orillar 20,0</p> <p>sitios   habitantes 2 640</p> <p><b>III Los Morros - caño Huila</b> de km 737,0 a km 713 L= 24 biotopos terrestres + anfibios (km<sup>2</sup>)</p> <table border="1"> <tr><td>colinas disectadas</td><td>86,7</td></tr> <tr><td>terrazas</td><td>2,7</td></tr> <tr><td>albardón</td><td>43,4</td></tr> <tr><td>islas</td><td>17,7</td></tr> </table>	colinas disectadas	86,7	terrazas	2,7	albardón	43,4	islas	17,7				
colinas disectadas	86,7																				
terrazas	2,7																				
albardón	43,4																				
islas	17,7																				
25	7.000	300	5.000	6.000	2.000	1.000	4.000	500													
26	5.000	300	6.000	3.000	500	800	1.000	500													
27	50.000	500	50.000	40.000	14.000	8.000	44.000	1.000													
28	7.000	300	0	12.000	2.000	1.000	300	500													
29	11.000	300	17.000	700	3.000	2.000	1.000	1.000													
30	86.000	300	93.000	25.000	4.000	13.000	5.000	25.000													
31	8.000	0	0	12.000	2.000	1.000	9.000	0													
32	0	25.000	23.000	0	1.000	4.000	100	18.000													
33	0	19.000	0	20.000	3.000	3.000	18.000	18.000													
34	9.000	300	10.000	4.000	600	1.000	2.000	500													
35	32.000	300	36.000	13.000	7.000	5.000	12.000	600													
36	2.000	300	600	3.000	500	300	5.000	500													
37	2.000	300	2.000	3.000	600	300	7.000	600													
Σ	246.000	48.000	264.000	166.000	44.000	44.000	120.000	68.000	Caño Huila, margen izquierda, guarumal (Cecropia sp) en pantano de orillar activo												

Cuadro 5. Síntesis de cantidades obras del POEM, sectores I - V

n° estructura	enrocado (m³)		excavación (m³)			relleno (m³)	desmante (m²)	descapote (m²)	sector
	bajo agua	en seco	en agua	en seco	a mano				
38	23.000	40.000	40.000	73.000	11.000	10.000	32.000	500	
39	21.000	300	27.000	6.000	5.000	3.000	5.000	600	
40	67.000	300	45.000	67.000	10.000	10.000	9.000	500	
41	500	500	1.000	800	300	100	1.000	1.000	
42	30.000	300	26.000	21.000	3.000	5.000	6.000	500	
43	20.000	300	18.000	13.000	5.000	3.000	10.000	600	
44	22.000	5.000	39.000	0	1.000	4.000	100	4.000	
45	900	300	2.000	800	400	200	2.000	600	
46	35.000	300	35.000	20.000	3.000	5.000	13.000	500	
47	15.000	0	15.000	8.000	3.000	2.000	6.000	0	
48	23.000	300	32.000	7.000	1.000	4.000	11.000	500	
49	25.000	300	38.000	400	6.000	4.000	600	600	
Σ	282.000	48.000	318.000	217.000	49.000	50.000	96.000	10.000	
50	7.000	300	11.000	400	60	1.000	50	500	
51	0	43.000	24.000	24.000	7.000	7.000	21.000	21.000	
52	16.000	300	11.000	14.000	2.000	2.000	4.000	500	
53	0	34.000	19.000	19.000	6.000	5.000	16.000	16.000	
54	7.000	300	100	12.000	2.000	1.000	50	500	
55	1.000	300	3.000	400	600	300	600	600	
56	138.000	500	160.000	55.000	8.000	21.000	16.000	1.000	
57	5.000	300	8.000	400	1.000	800	600	600	
58	10.000	300	800	16.000	2.000	2.000	8.000	500	
59	53.000	300	21.000	62.000	12.000	8.000	43.000	600	
Σ	237.000	80.000	258.000	203.000	41.000	48.000	109.000	42.000	
Σ i-v	1.420.000	296.000	1.471.000	1.128.000	219.000	231.000	714.000	219.000	



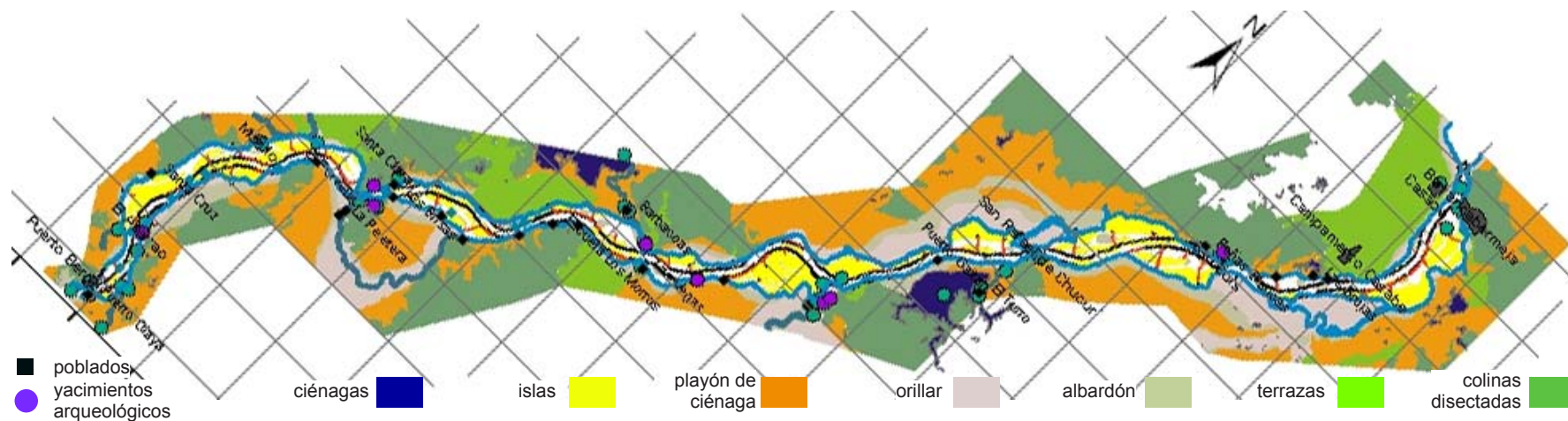
playón de ciénaga 67,0  
 orillar 29,1  
 sitios | habitantes 1 200  
**IV caño Huila - San Luis**  
 de km 713,0 a km 694 L= 19  
 biotopos terrestres + anfibios (km²)  
 colinas disectadas 56,5  
 terrazas 0,0

Playón fluvial reciente y erosión remontante en San Rafael de Chucurí



albardón 9,7  
 islas 17,7  
 playón de ciénaga 59,6  
 orillar 9,3  
 sitios | habitantes 3 1.790  
**V San Luis - Barrancabermeja**  
 de km 694,0 a km 675 L= 19,0  
 biotopos terrestres + anfibios (km²)  
 colinas disectadas 70,7

Gallinazos, isla Cosme, caño Cardales y mercado de pescado de Barrancabermeja



## Programación y cronograma de desarrollo del POEM

Para el desarrollo del Poem se contemplan dos programas que reconocen la dinámica cambiante continua y permanentemente del sistema fluvial del río Magdalena y en consecuencia exigen una estrecha coordinación entre los equipos de diseño y construcción:

- el *Programa general de construcción*, incluye la secuencia de contratos para todo el proyecto. Es afectado por: (i) disponibilidad presupuestal, reservas vigentes, en ocasiones sobre períodos mayores de un año; (ii) las áreas problemáticas son prioritarias -programación y flujo de fondos- para ejecutar obras del POEM que permitan iniciar o mantener la navegación actual y disminuir costos actuales de dragado; (iv) la protección de obras de infraestructura, amenazadas por erosión de orillas a causa de la dinámica natural del río; no está contemplada en los presupuestos del programa general, pero es requerida.

- un *Programa detallado de obras*, incluye el orden de realización de los contratos individuales -estructuras individuales o grupos de estructuras- en cada uno de los sectores: (i) prevención contra la erosión, colocación uniforme de enrocado a lo largo de toda una estructura sumergida, en capas gruesas (1,5 m, base 0,6 m), (ii) direccionamiento de la estructura, construcción simultánea de los dos extremos de una estructura transversal a un canal corriente (iii) secuencia de construcción en el sentido del flujo de la corriente, primero aguas arriba; puede haber construcciones simultáneas si son independientes

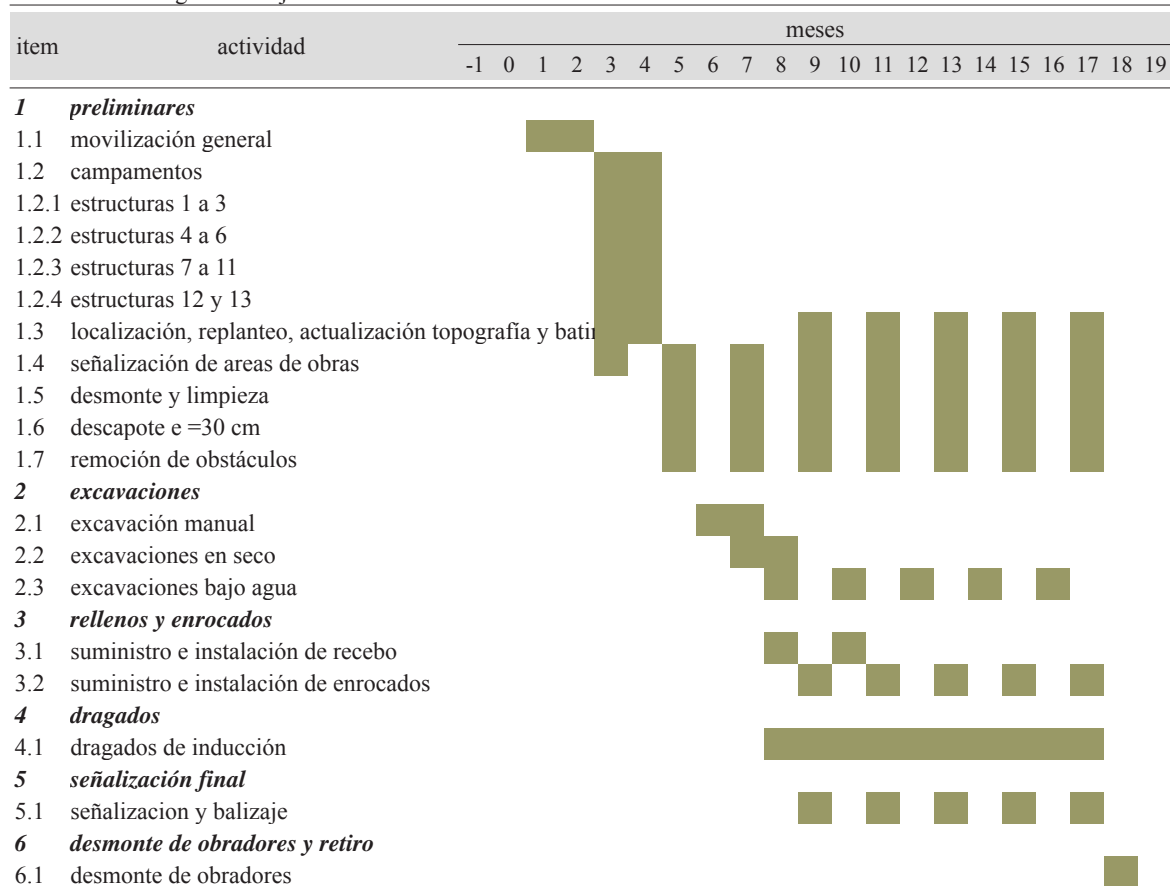
De acuerdo con las consideraciones anteriores, se puede desarrollar un *Programa general de construcción*, válido entre 3 y 5 años para los 5 sectores; los *Programas detallados de obra* pueden ser desarrollados en las especificaciones de cada contrato individual, ajustados a las condiciones presentes en el río.

El sector I (Puerto Berrío - Vuelta Acuña) está programado para 18 meses e incluye 2 meses para movilización de contratistas y 2 meses para construcción de campamentos y obradores. El cuadro 6. describe las actividades a llevarse a cabo en *Programa detallado de obras*; en el cuadro 7. presenta el cronograma de ejecución.

Cuadro 6. Actividades o procesos del *Programa detallado de obras*

actividades o procesos	descripción	
Actividades preliminares	Movilización del contratista	Instalación del contratista, obtención de permisos, servidumbres, alquiler o compra de zonas de campamento, zonas de acopio, adecuación de vías de acceso y demás actividades necesarias previas a la iniciación de las obras propiamente dichas.
Localización de las obras	Trabajos topográficos y batimétricos	para materialización de señales en el terreno para delimitación de sitios de trabajo.
Contratación de mano de obra	Construcción de obradores: campamentos, talleres y almacenes	Construcción provisional de oficinas de obra, zonas de acopio de materiales y almacén de elementos y maquinaria requeridos.
	Utilización/operación de maquinaria en tierra	Traslado y operación de maquinaria rodante en el sitio de obras: retroexcavadora, bulldozer cargador, volquetas
Suministro de materiales (explotación de fuentes de materiales y transporte a zonas de acopio)	Utilización/operación de maquinaria en agua	Traslado y operación de maquinaria flotante en el sitio de obras: planchones, remolcadores, lanchas, bongos auxiliares
	Explotación de fuentes de materiales en canteras existentes o nuevas cercanas al río en los municipios de Puerto Berrío y Yondó	Incluye todas las actividades de extracción, trituración clasificación y almacenamiento temporal de material rocoso para las obras, procedentes de canteras para su utilización en los procesos de construcción de obras de control de aguas bajas
Obras de encauzamiento en las orillas y el cauce	Transporte de materiales de cantera a zonas de acopio	cargue y transporte
	Excavaciones para trincheras y anclajes de estructuras	Limpieza, descapote y excavación en zonas de orilla para trincheras de revestimiento y anclajes de estructuras.
	Transporte y colocación de materiales en obra	Movimiento terrestre o fluvial de los materiales entre las zonas de acopio y los sitios de disposición final en trincheras, diques o anclajes. [separar terrestre y acuático]
	Enrocados de protección en orillas	Colocación de capas de enrocado para protección de los taludes de las orillas y provisión para futuras socavaciones.
	Diques direccionales	Colocación de enrocados dentro del cauce para encauzar las aguas bajas hacia el canal navegable.
	Construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes.	Construcción de muelles, rampas, escaleras, pilotes y tablestacas metálicas.
	Señalización y ayudas de navegación	Colocación de boyas y señales para seguridad en las obras.
Dragados de inducción	Excavaciones con dragas hidráulicas para conformar zonas de cimentación de estructuras dentro del cauce o para iniciar proceso de profundización del canal navegable.	
Obras finales	Dragados para relleno de geotubos	
	Limpieza y desmantelamiento	Restauración de los sitios de trabajo, retiro de escombros, limpieza final de zonas ocupadas, retiro definitivo del contratista.

Cuadro 7. Cronograma de ejecución de obras - sector 1 Puerto Berrío - Vuelta Acuña



## Costos de las obras

La síntesis de los costos de cada sector se presentan en el cuadro 8. El sector más largo y más costoso, en términos absolutos y relativos, es el I. De acuerdo con HE-SDG, 2002 (*Estudio de demanda de transporte del sistema fluvial del Río Magdalena*), los costos promedio de las obras del POEM en 2002 eran MUS\$0,86/km; mientras que los definidos por BSI, 2007 (este estudio), son MUS \$0,94/km, un 9,65% más altos.

Cuadro 8. Síntesis comparada de costos sectores I a V

sector	longitud km	n° de estructuras	costo total		co\$/km	US\$/km
			co\$	US\$ <sup>1</sup>		
I	22,5	13	54.067.240.938	25.147.554	2.402.988.486	1.117.669
II	20,5	10	36.765.104.232	17.100.048	1.793.419.719	834.149
III	20,5	14	35.861.641.993	16.679.833	1.749.348.390	813.650
IV	18,5	12	40.330.520.107	18.758.381	2.180.028.114	1.013.967
V	19,2	10	37.935.840.699	17.644.577	1.975.825.036	918.988
Σ	101,2	59	204.960.347.969	95.330.394	2.020.321.949	939.685

<sup>1</sup>: trm (abril 30 de 2006): co\$ 2.150 = US\$ 1,00

## Objetivo del proyecto

El proyecto de obras de encauzamiento del río Magdalena en el sector Barrancabermeja – Puerto Berrío, tiene por objeto reactivar la navegación comercial en dicho sector que actualmente se realiza de manera muy precaria, para transportar un volumen de 200.000 toneladas por año y que en el futuro podría llegar a ser del orden de 2,6 millones de toneladas por año, con economías sustanciales en los costos de transporte y beneficios de orden local, regional y nacional.

En este capítulo se describen las proyecciones de demanda de cargas y los conceptos que sustentan la necesidad de optimización de la navegación fluvial en este tramo.

### Necesidad de la optimización de la navegación fluvial

El resumen de los últimos resultados de la asignación de la *Demanda de Carga al Río Magdalena*, presentado en el Capítulo 2 de la Fase III del estudio HE-SDG 2001, mediante la aplicación del modelo STAN, determina las diversas alternativas de rehabilitación de puertos y de mejoramiento de las condiciones de la vía fluvial para la reactivación de la navegación. Los apartes pertinentes al tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja de dicho estudio se explican, sintetizan o copian literalmente a continuación.

El Río Magdalena constituye un sistema de transporte de carga con grandes ventajas para la movilización de altos volúmenes, en razón al ahorro en los costos de transporte. Si bien los tiempos de viaje totales son mayores para el modo fluvial que para los modos carreteros o férreo, el fluvial es una alternativa muy aceptable en términos de tiempos y costos para los productos que poseen un valor constante en el tiempo, como es el caso de los productos no perecederos.

Los productos como el ganado y el café, a los cuales un tiempo de viaje alto podría afectar sus características, serían difícilmente captados por el río. En el caso del café, en el futuro podría ser "contenedorizado" directamente en los sitios de origen, con el objeto de movilizarlo por el río.

Una comparación entre los costos actuales de transporte para los diferentes modos, muestra de manera evidente la ventaja del sistema fluvial:

Hidrocarburos	\$33/tkm	Barrancabermeja - Cartagena - Barrancabermeja
Carbón	\$22/tkm	Tamalameque - Cartagena - Tamalameque
Modo férreo	\$40/tkm	
Modo carretero	\$62/tkm	

Por su parte, los costos de la construcción de la infraestructura también favorecen al modo fluvial, como se observa a continuación:

Construcción de carretera	US\$2,0·10 <sup>6</sup> /km
Adecuación sistema fluvial	US\$0,8·10 <sup>6</sup> /km

### Definición de alternativas

HE-SGC, 2001 definió 5 escenarios alternativos para la determinación de la demanda potencial, contemplando el mejoramiento diferencial de la infraestructura existente en los puertos de Barrancabermeja, Puerto Berrío y Puerto Salgar – La Dorada, permitiendo el movimiento de todos los tipos de carga en los que se clasificaron los productos para la modelación. Así mismo, se propuso la adecuación de la vía fluvial, con el objeto de asegurar un calado mínimo disponible y navegación 24 horas diarias.

En el cuadro 9. y la figura 5. se indican las alternativas propuestas, clasificadas según el calado mínimo disponible, el rendimiento de los equipos y el tipo y objeto de la inversión.

Para las instalaciones portuarias de Puerto Berrío, se propuso la movilización de *carga general, contenedores, graneles sólidos, carbón y graneles líquidos*.

Cuadro 9. Escenarios alternativos de reactivación de la navegación

alternativa	alternativa	calado mínimo disponible		alternativa	alternativa
		m	pies		
3A	Barrancabermeja	1,8	6	baja	puertos y vía fluvial
3B	Barrancabermeja	2,4	8	alta	puertos y vía fluvial
4	Barrancabermeja	1,8	6	baja	puertos y vía fluvial
	Puerto Berrío	0,9	3	baja	
5	Barrancabermeja	1,8	6	alta	puertos y vía fluvial
	Puerto Berrío	1,4	4,5	alta	
1	Barrancabermeja	1,8	6	baja	puertos y vía fluvial
	Puerto Berrío	0,9	3	baja	
	Puerto Salgar - La Dorada	0,9	3	baja	
2	Barrancabermeja	1,8	6	alta	puertos y vía fluvial
	Puerto Berrío	1,4	4,5	alta	
	Puerto Salgar - La Dorada	1,2	4	alta	

Fuente: Ministerio de Transporte, 2006

Los escenarios alternativos están además clasificados según el valor -alto o bajo- de las inversiones, dependiendo del calado mínimo que se pretenda asegurar para los períodos de verano. En el Cuadro 10. se indican los parámetros tenidos en cuenta para aclarar la modelación de los equipos en puerto.

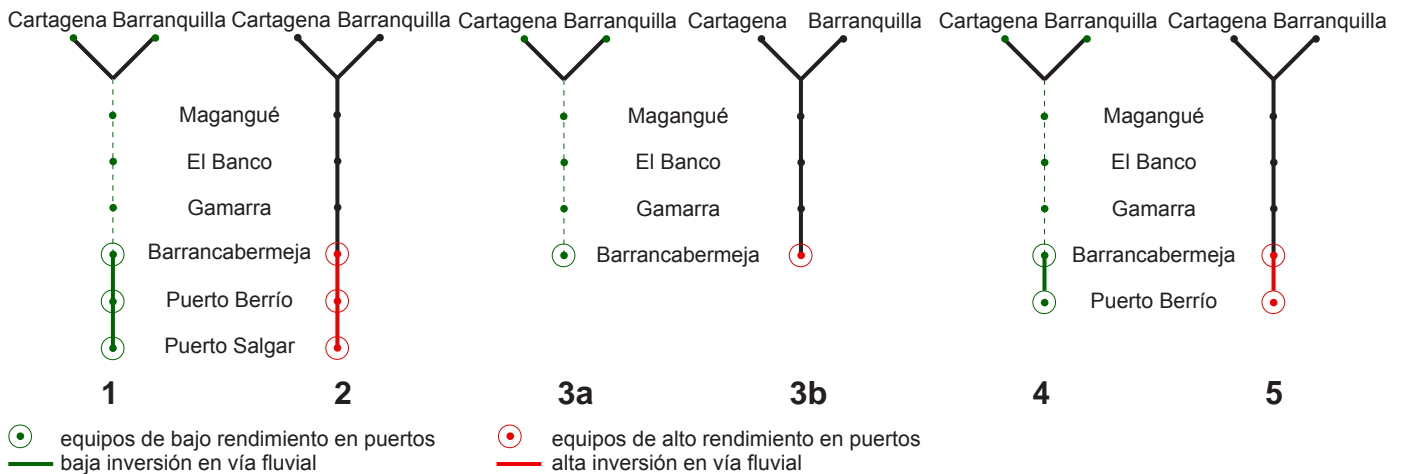


Figura 5. Escenarios alternativos de reactivación de la navegación

Cuadro 10. Parámetros de modelación - escenarios de reactivación de la navegación

tipo de muelle	carga general	contenedores	graneles sólidos	carbón	graneles líquidos
rendimiento carga (t/hora)	40	17 TEUs	100	100	50
espera en muelle (horas)	12	24	12	12	12
capacidad muelle <sup>1</sup> (t/año)	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000

<sup>1</sup>. Valores para muelles nuevos o ampliados

Las primeras alternativas se analizaron en un escenario sin reactivación del Ferrocarril del Atlántico. Las alternativas finales se analizaron además teniendo en cuenta la reactivación del Ferrocarril del Atlántico en competencia con el río.



## Demanda de cargas

Los resultados de las diversas alternativas para la movilización de cargas en Puerto Berrío se resumen en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Demanda esperada en Puerto Berrío para las diversas alternativas

alternativa	descripción	carga anual (t/año)		
		entra	sale	total
3A	reactivación hasta Barrancabermeja alta inversión	12.768	27.181	39.949
3B	reactivación hasta Barrancabermeja baja inversión	11.919	23.167	35.086
4	reactivación hasta Puerto Berrío. baja inversión	646.516	646.516	1.293.032
5	reactivación hasta Puerto Berrío. alta inversión	1.250.906	1.375.543	2.626.449
1	reactivación hasta Puerto Salgar. baja inversión	527.350	554.996	1.082.346
2	reactivación hasta Puerto Salgar – La Dorada. alta inversión	627.359	770.621	1.397.980
1 + FFCC	reactivación hasta Puerto Salgar – La Dorada. baja inversión. + ferrocarril	492.974	473.113	966.087
2 + FFCC	reactivación hasta Puerto Salgar – La Dorada. alta inversión. + ferrocarril	608.775	729.972	1.338.747

Los escenarios 3 A y 3B fueron ya superados, puesto que con la inversión ya realizada en Puerto Berrío el volumen movilizado ha ascendido desde prácticamente cero (0) en el 2001, hasta cerca de 200.000 toneladas en 2005.

Con los escenarios de expansión del sistema hasta Puerto Berrío (Alternativas 4 y 5), podrían llegarse a movilizar 7,48 millones de toneladas por el río Magdalena, los cuales estarían conformados principalmente por granel sólido, carga general suelta y contenedores. Es importante destacar un gran número de contenedores movilizados, dada la cercanía de Puerto Berrío con la región de Antioquia, una de las principales generadoras de carga del país.

Con estas inversiones, Puerto Berrío pasaría de un movimiento de carga muy bajo (aproximadamente 200.000 toneladas anuales a convertirse en un puerto fluvial tan importante como Barrancabermeja, Cartagena y por encima de Barranquilla.

Con la expansión del sistema hasta Puerto Salgar – La Dorada, Puerto Berrío perdería alguna importancia, pero de todas maneras seguiría movilizando más de un millón de toneladas por año, lo cual justificaría la inversión, por los ahorros en combustible y los menores costos ambientales que dicho volumen representa. Hay que tener en cuenta, además que en un escenario de rehabilitación de Puerto Salgar – La Dorada, con reactivación del Ferrocarril del Atlántico, el Río Magdalena dejaría de movilizar las cargas que serían atraídas por el modo férreo y que estarían representadas básicamente por contenedores vacíos y carbón con origen en Lenguaque (Cundinamarca).

En resumen, se espera que con la reactivación de la navegación en el tramo Puerto Berrío – Barrancabermeja, se movilizarán por las instalaciones portuarias de Puerto Berrío más de un millón de toneladas/año, llegando hasta 2,6 millones de toneladas/año en el escenario más optimista. Este volumen es mayor que el movilizado actualmente por el río en el tramo Barrancabermeja - Cartagena, lo cual muestra la importancia que tiene este proyecto para la economía en los ámbitos local, regional y nacional.

En el estudio de demanda de (HE-SDG, 2002), la capacidad del canal navegable se definió por el número de embarcaciones o el volumen de cargas que pasan por un determinado tramo o sector y es función de los siguientes factores:

El tipo de la embarcación máxima que puede transitar en cada tramo (embarcación de diseño), la cual a su vez está limitada por la profundidad y la anchura del canal navegable, la altura de los puentes y la curvatura mínima en el río.

- velocidad del viaje (km/h)
- el tiempo de viaje (horas)
- el número de embarcaciones por kilómetro (determinadas por la mínima distancia permitida)
- el número de contenedores por embarcación (TEU/convoy)
- el factor de carga de los contenedores (t/TEU)
- operatividad diaria (horas/día)
- operatividad anual (días/año)

En dicho estudio se encontró que la capacidad máxima del tramo Barrancabermeja –Puerto Berrío sería del orden de 4,4 millones de contenedores/año (60 millones de toneladas/año), con 206 convoyes simultáneos. Estas condiciones ideales podrían ser buscadas y logradas en el tiempo, a medida que la demanda lo exija.

Para la demanda máxima esperada en Puerto Berrío, para el horizonte del estudio de demanda, del orden de 2,6 millones de toneladas por año, el número de convoyes necesarios se calcula con criterios semejantes, de la siguiente manera: Cuadro 11.

Cuadro 12. Número de convoyes necesarios para demanda máxima en Puerto Berrío (tramo completo Cartagena – Puerto Berrío)

parámetro	unidad	cantidad
convoy máximo	Nº de botes	6
capacidad de cada bote	ton/bote	1.000
capacidad por convoy	ton/convoy	6.000
factor de carga	(t/TEU)	14
capacidad en TEUS	TEU/convoy	429
longitud tramo Cartagena-Pto. Berrío	km	785
velocidad promedio	km/h	7
tiempo de viaje redondo ( $2 \cdot l/v$ )	horas	224
rendimiento en puertos	TEU/hora	18
tiempos de 2 cargues y 2 descargues	horas	95
tiempos de 4 zarpes y atraques	horas	3
tiempo total viaje redondo	horas	323
duración del viaje ida/regreso	días de 24 h	13
ciclos por año de 330 días	ciclos/año	8
carga transportada	TEU/año/convoy	3.429
tonelaje total por transportar	t	2.626.449
toneladas por convoy por año	t/año	48.000
número de convoyes necesarios	Nº/año	55

# 4 Demanda ambiental del POEM

## Identificación de demanda ambiental

El cuadro 13. identifica las demandas ambientales posibles, esperadas durante la fase de obras (construcción e implementación de las obras de encauzamiento). Se elaboró a partir de la definición inicial de las obras del POEM, tomadas del cuadro 6. .

La columna *alteraciones directas/primarias factibles* lista las consecuencias negativas, primarias, asociadas a las actividades o procesos de las obras. No hay certidumbre acerca de la ocurrencia de una consecuencia dada, incluso algunas pueden no ocurrir, este cuadro es de *identificación* no de *evaluación* de las consecuencias.

La evaluación se realizó mediante estimativos y calificación de varios atributos de la consecuencia (de un *cambio*) entre otros:

1. probabilidad de ocurrencia
2. magnitud del cambio
  1. factores atenuantes
  2. acelerantes de la consecuencia
3. comportamiento temporal
  1. oportunidad (momento del desarrollo de la acción o procesos o de la obra en conjunto)
  2. duración del cambio
  3. singularidad o recurrencia (periódica o esporádicamente, etc.)
  4. velocidad
4. posibilidades de manejo
5. requerimientos de información complementaria para
  1. evaluación
  2. manejo

Para facilitar las inferencias sobre la calificación y eventual cuantificación, de los atributos anteriores se plantean algunos indicadores de la demanda ambiental (otros no listados aquí, estarán asociados a la oferta ambiental).

Es claro que la información requerida para la medición de muchos de estos indicadores no estará siempre disponible por cuanto el proyecto (véase capítulo 3. Descripción del Poem) no puede ni debe definir a priori algunos de estos parámetros. Sin embargo, se recomienda dimensionar estos indicadores mediante los valores usuales o el rango (mínimo - máximo) para la acción o proceso típico correspondiente.

El cuadro 13. resalta los grupos de indicadores a considerar para la evaluación de las consecuencias. Estos indicadores permiten la cuantificación de las demandas ambientales ya sea de obras puntuales o de grupos asociados a localidades, sectores o tramos.

Esta lista de indicadores de *presión* (demanda ambiental), es general, sin depurar, construida con base en otros proyectos, incluso de obras en o cerca de lechos fluviales; sin embargo, muchas de estas situaciones (acciones o procesos), no se pueden atribuir al POEM y se pueden eliminar de la lista. Igualmente, pueden discutirse otros indicadores y actualizar dicha lista.

Cuadro 12. Identificación de actividades y procesos del POEM susceptibles de causar consecuencias ambientales.

actividades o procesos	descripción	alteraciones directas/primarias factibles	indicadores de $\Delta$
<b>Actividades preliminares</b>			
Movilización/instalación de contratistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obtención de permisos</li> <li>• obtención de servidumbres</li> <li>• alquiler o compra de zonas de campamento</li> <li>• alquiler o compra de zonas de acopio</li> <li>• construcción/adequación de vías de acceso</li> <li>• otras actividades previas necesarias</li> </ul>	1. generación de <i>expectativas positivas</i> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• venta de bienes y servicios</li> <li>• dinamización de mercado de tierras</li> <li>• oferta de empleo temporal</li> </ul> 2. generación de <i>expectativas negativas</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de costo de vida</li> <li>• desarraigo y pérdida de territorialidad</li> </ul> 3. inmigración/asentamiento de población oportunista 4. emigración de población desplazada o insatisfecha 5. perturbación o destrucción de suelos con estratos culturales en yacimientos arqueológicos desconocidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• áreas requeridas (m<sup>2</sup>)</li> <li>• # y L de servidumbres (m)</li> <li>* m de accesos a adecuar</li> <li>* m de accesos nuevos</li> <li>• <math>\Sigma</math> jornales no calificados requeridos</li> <li>• duración obras (días)</li> </ul>
Contratación de mano de obra no calificada de la zona del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• convocatoria</li> <li>• contratación de personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deserción escolar</li> <li>• reducción de autosuficiencia (aumento de dependencia en jornaleo)</li> <li>• interrupción de movilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Sigma</math> jornales requeridos</li> <li>• valor de jornal (co\$) local vs.</li> </ul>
Localización de las obras	Trabajos topográficos y batimétricos para materialización in situ de señales de obras: <ul style="list-style-type: none"> <li>• en tierra o</li> <li>• en canal fluvial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• limitación temporal de acceso a recursos:</li> <li>n° sitios de pesca</li> <li>n° sitios de anidación de aves</li> <li>n° sitios de anidación/madrigueros de reptiles</li> <li>.. leña</li> <li>n° pastizales o cultivos en terrenos comunales</li> <li>n° otros...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Sigma</math> áreas requeridas (m2)</li> <li>• duración total de obra (días)</li> <li>• # usuarios campamento</li> <li>• tipos de combustible (gasolina, ACPM, alcohol)</li> <li>• consumos diarios/semanales (L/día ó L/semana)</li> </ul>
Construcción de obradores provisionales. Aquí se incluyó referencia a patios de acopio. ¿Es suficiente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oficinas de obra</li> <li>• zonas de acopio de materiales</li> <li>• almacén de elementos y maquinaria</li> <li>• talleres</li> <li>• depósitos y surtidores de combustibles</li> <li>• campamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación o destrucción de suelos con estratos culturales en yacimientos arqueológicos desconocidos</li> </ul>	
Utilización/operación de maquinaria en <ul style="list-style-type: none"> <li>• tierra y en</li> <li>• agua</li> </ul>	Traslado y operación de maquinaria rodante en el sitio de obras: retroexcavadora, bulldozer, cargador, volquetas, otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN terrestres</li> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de flora y fauna terrestre y anfibia</li> <li>• perturbación o destrucción de suelos con estratos culturales en yacimientos arqueológicos desconocidos</li> </ul>	para cada tipo de máquina o vehículo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• número</li> <li>• <math>\Sigma</math> potencia de motores (GJ ó HP)</li> <li><math>\Sigma</math> días-máquina</li> <li>• clase de combustible</li> <li>• consumo típico (L/hora)</li> </ul>

Cuadro 12. Identificación de actividades y procesos del POEM susceptibles de causar consecuencias ambientales.

actividades o procesos	descripción	alteraciones directas/primarias factibles	indicadores de $\Delta$
Utilización/operación de maquinaria en • tierra y en • agua	Traslado y operación de maquinaria flotante en el sitio de obras: dragas [¿?], planchones, remolcadores, lanchas, bongos auxiliares, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN acuáticos</li> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• resuspensión de sedimentos y contaminación temporal de columna de agua</li> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de fauna acuática</li> </ul>	<p>para cada tipo de nave o embarcación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• número</li> <li>• <math>\Sigma</math> potencia de motores (GJ ó HP)</li> <li>• <math>\Sigma</math> días*máquina</li> <li>• clase de combustible</li> <li>• consumo típico (L/hora)</li> </ul> <p>para operación de dragado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• volumen a ser dragado (<math>m^3</math>)</li> <li>• área de dragado (<math>m^2</math>)</li> <li>• tasa de dragado (<math>m^3/día</math>) o duración de operación (días)</li> </ul>
<b>Suministro de materiales rocosos (explotación y transporte a zonas de acopio) para obras de control de aguas bajas</b>			
Explotación de canteras existentes o nuevas, cercanas al río en los municipios de Puerto Berrío y Yondó	Incluye todas las actividades de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• destrucción/inhabilitación de hábitats de flora y fauna terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volúmenes explotados (<math>m^3</math>)</li> </ul>
Como alternativa canteras sobre el río Sogamoso, margen derecha del río, abajo de tramo POEM	• extracción,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• área de cantera (ha)</li> </ul>
Adecuación o construcción de accesos a canteras existentes o nuevas	• trituración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• días en uso para POEM</li> </ul>
Adecuación o construcción de accesos a las márgenes del río para suministro de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• clasificación</li> <li>• almacenamiento temporal</li> <li>• disposición de sobrantes</li> <li>• habilitación de vías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación o destrucción de suelos con estratos culturales en yacimientos arqueológicos desconocidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• # y tamaño de asentamientos nucleados o escuelas ca. cantera (&lt; 1 km)</li> </ul>
Transporte terrestre de materiales de cantera a zonas de acopio o a sitio de obra	cargue, transporte y descargue	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN terrestres (leña, madera, caza, pastos...)</li> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de flora y fauna terrestre y anfibia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distancia (km) a recorrer</li> <li>• # viajes redondos/día</li> </ul>
Transporte fluvial de materiales de cantera a zonas de acopio o a sitio de obra	cargue, transporte y descargue	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN acuáticos</li> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• resuspensión de sedimentos y contaminantes</li> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de fauna acuática y anfibia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distancia (km) a recorrer</li> <li>• # viajes redondos/día o semana</li> <li>• área (ha) de depósito o acopio</li> </ul>

Cuadro 12. Identificación de actividades y procesos del POEM susceptibles de causar consecuencias ambientales.

actividades o procesos	descripción	alteraciones directas/primarias factibles	indicadores de $\Delta$
<b>Obras de encauzamiento en las orillas y el cauce</b>			
Excavaciones para trincheras y anclajes de estructuras	Limpieza, descapote y excavación en zonas de orilla para trincheras de revestimiento y anclajes de estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inhabilitación de hábitats terrestres y anfibios</li> <li>• pérdida permanente de recursos</li> <li>• perturbación o destrucción de suelos con estratos culturales en yacimientos arqueológicos desconocidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volúmenes excavados (<math>m^3</math>)</li> <li>• área ocupada por excavación (<math>m^2</math> ó ha)</li> <li>• ¿Cuál es el manejo y destino que se dará a los materiales excavados?</li> </ul>
Transporte terrestre y colocación de materiales en obra	cargue, movimiento terrestre y descargue de materiales entre zonas de acopio y sitios de disposición [utilización] final en trincheras, diques o anclajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN terrestres (leña, madera, caza, pastos, terrenos comunales...)</li> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de flora y fauna terrestre y anfibia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distancia (km) a recorrer</li> <li>• # viajes redondos/día o semana</li> <li>• área (ha) de depósito o acopio</li> </ul>
Transporte acuático y colocación de materiales en obra	cargue, movimiento fluvial y descargue de los materiales entre las zonas de acopio y los sitios de disposición [utilización] final en trincheras, diques o anclajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN acuáticos</li> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• resuspensión de sedimentos y contaminantes</li> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de fauna acuática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distancia (km) a recorrer</li> <li>• # viajes redondos/día o semana</li> <li>• área (ha) de depósito o acopio</li> </ul>
Enrocados de protección en orillas	Colocación de capas de enrocado para protección de los taludes de las orillas y provisión para futuras socavaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inhabilitación permanente de hábitats terrestres/anfibios</li> <li>• formación y colonización de nuevo hábitat (faz rocosa)</li> <li>• inhabilitación permanente de yacimientos arqueológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• área (<math>m^2</math>) ocupada por faz rocosa</li> <li>• longitud (m) afectada</li> </ul>
Diques direccionales	Colocación de enrocados dentro del cauce para encauzar las aguas bajas hacia el canal navegable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambio paulatino, permanente de hábitats béticos (de substratos sueltos a substratos consolidados)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• área (<math>m^2</math>) ocupada por faz rocosa</li> <li>• longitud (m) afectada</li> </ul>
Construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes	Construcción de muelles, rampas, escaleras, pilotes y tablestacas metálicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inhabilitación permanente de hábitats terrestres/anfibios</li> <li>• formación de nuevos hábitats (faces y substratos para perifiton)</li> <li>• perturbación o destrucción de suelos con estratos culturales en yacimientos arqueológicos desconocidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• área (<math>m^2</math>) ocupada por estructura</li> </ul>
Señalización y ayudas de navegación	Colocación de boyas y señales para seguridad en las obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interrupción de movilidad</li> <li>• limitación de acceso a recursos (sitios de pesca, de anidación de aves y reptiles, leña...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Sigma</math> áreas (ha) restringidas</li> <li>• <math>\Sigma</math> días de obra</li> </ul>
Dragados de inducción	Excavaciones con dragas hidráulicas para: - • conformar zonas de cimentación de estructuras dentro del cauce o - • iniciar proceso de profundización del canal navegable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de niveles de ruido</li> <li>• incremento de riesgo de accidentes</li> <li>• limitación de movilidad</li> <li>• reducción de acceso a RRNN acuáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volúmenes (<math>m^3</math>) a dragar</li> <li>• área (ha) afectada</li> </ul>

Cuadro 12. Identificación de actividades y procesos del POEM susceptibles de causar consecuencias ambientales.

actividades o procesos	descripción	alteraciones directas/primarias factibles	indicadores de $\Delta$
Dragados de inducción		<ul style="list-style-type: none"> <li>• generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos</li> <li>• resuspensión de sedimentos y contaminantes</li> </ul>	
Dragados para relleno de geotubos	Excavaciones con dragas hidráulicas para suministro de material de relleno de geotubos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación o destrucción de hábitats de fauna acuática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volúmenes (<math>m^3</math>) a dragar</li> <li>• área (ha) afectada</li> </ul>
<b>Obras finales</b>			
Limpieza y desmantelamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• restauración de canteras</li> <li>• restauración los sitios de trabajo</li> <li>• retiro de escombros</li> <li>• limpieza final de zonas ocupadas</li> <li>• retiro definitivo del contratista.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. generación de <i>expectativas positivas</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• donación de equipos usados, materiales sobrantes</li> <li>• recuperación de arraigo, territorialidad y movilidad perdidas</li> </ul> </li> <li>2. generación de <i>expectativas negativas</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• incumplimiento de pago de deudas de contratistas y su personal por servicios prestados o bienes vendidos</li> <li>• pérdida de ingresos por jornaleo y venta de bienes</li> </ul> </li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Sigma</math> días de obra</li> <li>• <math>\Sigma</math> jornales locales pagados</li> <li>• <math>\Sigma</math> empleos</li> <li>• área (ha) ocupada por obradores</li> </ul>

## Evaluación de demanda ambiental

Tras los cuadros con elementos conceptuales, se consolida la definición de demanda ambiental del POEM, con base en los documentos preliminares de diseños detallados de obra, especificaciones, cuantificación de obras y cronograma de desarrollo.

El cuadro 14., planteó un esquema de indicadores de presión (de demanda ambiental), para: (i) evaluar alternativas de intervención y (ii) definir condicionantes para el desarrollo de las obras, complementarios a los financieros y técnicos determinados por BSI y CORMAGDALENA.

El esquema -planteado a priori, i. e., antes del trabajo de campo y antes de que BSI definiera las obras a desarrollar en algún tramo- identificó varios indicadores de presión asociados a los siguientes conjuntos característicos:

- Obradores: construcciones e instalaciones temporales en frentes de obra (campamentos, talleres, patios de acopio, oficinas, etc.)
- Servidumbres: permisos de tránsito de vehículos, maquinaria, personas o de conducciones -agua, gas, electricidad, etc.- por terrenos privados
- Materiales: insumos para las obras, naturales o manufacturados, importados de regiones cercanas
- Obras y construcciones: estructuras para encauzamiento y facilidades complementarias
- Personal: todo tipo de persona vinculada directa o indirectamente, en forma temporal o permanente, al desarrollo de una obra, in situ y remunerada por Cormagdalena o sus contratistas o cualquier otra entidad interviniente, v. gr., Secretarías de Medio Ambiente municipales o departamentales
- Maquinaria y equipos terrestres y acuáticos: tránsito, movilización, operación y mantenimiento de vehículos y máquinas utilizadas en y para las obras

El planteamiento metodológico propuesto parte de un conocimiento detallado de las obras a desarrollar en el río, a partir de dos conjuntos de atributos.

En primer lugar características técnicas de las obras, definidas por el equipo de ingeniería de BSI:

- tipología, clases de estructuras y procesos;
- ubicación, en relación con asentamientos campesinos permanentes o temporales, dispersos o nucleados y con los biotopos por estas comunidades aprovechados y
- dimensionamiento de las estructuras y procesos, tamaño tipos y cantidades de insumos y materiales requeridos

En segundo lugar los atributos relacionados con la gestión operativa y administrativa de las obras, los que tradicionalmente son de-

finidos por los contratistas en sus propuestas y están enmarcados dentro de condicionantes, principalmente financieros, definidos por el propietario de las obras en los pliegos de licitación:

- oportunidad del desarrollo, época del año, duración de actividades individuales y en conjunto,
- tecnologías constructivas, cantidad, tipo y dimensiones de las máquinas y equipos y cantidades flujo de mano de obra calificada y rasa y
- componente gerencial de las obras, número y tamaño de frentes de trabajo, flujo de materiales e insumos y ubicación y tamaño de centros de acopio, grado de dependencia en mano de obra y equipos especializados, localización, tamaño y operación de campamentos y otros obradores

Son estos atributos del segundo conjunto los que, en general, ocasionan las problemáticas ambientales más complejas, relacionadas con las interacciones sociales. Si bien CORMAGDALENA y BSI poseen una amplísima experiencia en la implementación de obras de manejo fluvial, las que conforman el POEM actual difieren de las tradicionales justamente en estos atributos que pueden ser cruciales desde una óptica ambiental y sobre los cuales, se debe contar con el máximo de información.

Un ejemplo simple ilustra estas relaciones: BSI ha estimado que se requieren 4 campamentos, cada uno con capacidad para 70-100 personas, para atender el desarrollo de las 13 estructuras que se han diseñado para el sector I, Puerto Berrío - Vuelta Acuña. Aún no se tiene precisión sobre el grado de utilización de estos campamentos durante los 13 meses previstos para las obras; pero estos pueden ser tanto como 5.200 meses-hombre -si se utilizan a 100% de capacidad durante todo el período constructivo. Durante el período de utilización esta población consume recursos, produce desechos, ejerce demandas de bienes y servicios, causa inflación local; introduce costumbres, valores y patrones de conducta no necesariamente neutros e interfiere con la cotidianidad de las comunidades vecinas.

La población adulta a ser alojada en estos campamentos excede la de cualquiera de los asentamientos rurales nucleados del tramo: San Luis, Las Vegas, Puerto Murillo, etc. Igualmente, los ingresos netos en circulante, de esta población y la proporción a invertir localmente para pago de bienes y servicios, superan ampliamente los ingresos en circulante de la población laboral de los pueblos del tramo.

Cuadro 13. Indicadores de demanda ambiental ejercida por actividades y procesos del POEM<sup>1</sup>

actividad o proceso	indicadores de $\Delta$	valor en sector I <sup>2</sup>
<i>Obradores: (construcciones e instalaciones temporales en frentes de obra)</i>		
obradores en conjunto	$\Sigma$ área (m <sup>2</sup> )	s. i.
	$\Sigma$ período utilizados (d)	480
campamentos	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
	# usuarios	100
	$\Sigma$ días alojados	480
casino/restaurante	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
	# personas atendidas	>100
talleres	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
depósitos de materiales	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
depósitos de combustibles	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
	volumen (m <sup>3</sup> )	s. i.
patios descubiertos	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
estacionamientos	área (m <sup>2</sup> )	s. i.
vías de servicio o acceso	longitud (m)	s. i.
	$\Sigma$ área (m <sup>2</sup> )	s. i.
<i>Servidumbres: (permisos de tránsito de vehículos, maquinaria, personas o de conducciones -agua, gas, electricidad, etc.- por terrenos privados)</i>		
vías	longitud (m)	s. i.
	anchura (m)	s. i.
líneas aéreas (energía, teléfono, fibra óptica...)	longitud (m)	s. i.
	anchura (m)	s. i.



Cuadro 13. Indicadores de demanda ambiental ejercida por actividades y procesos del POEM<sup>1</sup>

actividad o proceso	indicadores de $\Delta$	valor en sector I <sup>2</sup>					
líneas superficiales o subterráneas (energía, teléfono, fibra óptica, etc.)	longitud (m)	s. i.					
	anchura (m)	s. i.					
ductos superficiales o subterráneos (agua, gas, combustibles)	longitud (m)	s. i.					
	anchura (m)	s. i.					
<i>Materiales (insumos para las obras, naturales o manufacturados, importados de regiones cercanas)</i>							
hormigón	volumen (m <sup>3</sup> )	s. i.					
hierro	peso (kg)	s. i.					
cemento	peso (kg)	s. i.					
madera	volumen (m <sup>3</sup> )	s. i.					
piedra	volumen (m <sup>3</sup> )	518.206					
gravas	volumen (m <sup>3</sup> )	8.021					
arena	volumen (m <sup>3</sup> )	s. i.					
<i>Obras y construcciones (estructuras para encauzamiento y facilidades complementarias)</i>							
estructuras superficiales (revestimientos y anclajes)	longitud (m)						
	anchura (m)						
estructuras sumergidas (diques y enrocados)	longitud (m)						
	anchura (m)						
botaderos, escombreras	área (m <sup>2</sup> )	s. i.					
dragados	longitud (m)	7.855					
	volumen (m <sup>3</sup> )	543.000					
<i>Personal</i>							
<i>(todo tipo de persona vinculada directa o indirectamente, en forma temporal o permanente, al desarrollo de una obra, in situ y remunerada por CORMAGDALENA o sus contratistas o cualquier otra entidad interviniente, v. gr., Secretarías de Medio Ambiente municipales o departamentales)</i>							
	para cada tipo	A	B	C			
obrero raso: peón/cocinero/jardinero/celador...	- A número	52					
obrero especial: carpintero/plomero/electricista...	- B $\Sigma$ meses•hombre	14					
operario de máquina/conductor	- C costo co\$/mes•hombre	13					
capataz		11					
auxiliar		11					
técnico e ingeniero		6					
supervisor		2					
<i>Maquinaria y equipos terrestres y acuáticos</i>							
<i>(tránsito, movilización, operación y mantenimiento de vehículos y máquinas utilizadas en y para las obras)</i>							
	para cada tipo:	A	B	C	D	E	F
campero y automóvil	- A número	4					
jaulita, pick up truck, volqueta	- B $\Sigma$ potencia GJ	1					
draga	- C $\Sigma$ días-máquina	1					
remolcador	- D clase de combustible	1					
pala o retroexcavadora	- E consumo típico (L/hora)	4					
cuchilla con orugas		1					
cargador		1					
motor fuera de borda		4					
planta eléctrica							
otros equipos con motor no eléctrico: sierras/ bombas/ guadañas							

<sup>1</sup>. En general, los indicadores se clasifican en **P**, **E** ó **R** según se trate respectivamente de *presión* ejercida para causar cambio, *estado o condición* previa del elemento afectado o *respuesta (manejo)* dada a la problemática, ver p. ej., CSIRO, 1999, Mannis, 1996. Los indicadores aquí listados son únicamente de *presión*; los asociados a la *oferta ambiental* serán de *estado* y los de verificación del *plan de manejo* y su efectividad, serán de *presión*, de *respuesta* y de *estado*.

<sup>2</sup>. s.i. = sin información. Los datos de BSI (precios unitarios y cantidades de obra) importan para el cálculo de costos y no son fácilmente transformables a las unidades requeridas para este análisis, sin incurrir en premisas irrealistas e injustificables

## **Demanda sector I Puerto Berrío Vuelta Acuña**

De acuerdo con lo establecido por BSI, para esta etapa del POEM sólo se diseñarán en detalle las estructuras del sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña. Para los sectores II. a V., las cantidades serán estimadas con base en los diseños típicos y las cantidades que arroje el sector I., afectándolas por un factor de complejidad. De todas maneras los ítemes a considerar en estos sectores son los mismos.

A continuación se presenta, cuadro 15., la síntesis de las actividades y obras del POEM para el sector I, preparada por BSI y complementada por Neotrópicos en cuanto al componente ambiental, así como el cronograma de actividades, obras del POEM sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña.

### **Referencias citadas**

CSIRO Australia. 1999. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, State of the Environment Reporting Task Force. 2000. Core Environmental Indicators for Reporting on the State of the Environment. Commonwealth of Australia, Canberra. <http://www.environment.gov.au/soe/envindicators/coreindicators.html>

Mannis, 1996 ( <http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/Reports/indics.html> ): Indicators of Sustainable Development. Copyright 1996 by: Environmental Software and Services GmbH Austria ( <http://www.ess.co.at/index.html> ).

Cuadro 14. Cuantificación de actividades y obras del POEM sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña

ítem	actividad	unidad	cantidades por estructura													Σ sector I	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<b>1. preliminares</b>																	
1.0	movilización y traslado contratistas campamentos	global	ubicación en área del POEM de embarcaciones, estructuras flotantes, maquinaria, etc. para iniciar obras														
1.1		global	<---	1	-->	<---	1	-->	<---	1	-->	<---	1	-->	<---	1	-->
1.2	localización y replanteo actualización de topografía y batimetría	global	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
1.3	señalización y balizaje de las obras	juego	4	2	2	5	2	2	3	2	2	3	2	4	5	38	
1.4	desmante y limpieza	m <sup>2</sup>	28.500	514	12.604	50.170	482	12.600	20.100	36.275	220	263	8.000	19.080	31.460	220.268	
1.5	descapote e = 30 cm	m <sup>2</sup>	28.500	514	12.604	50.170	482	12.600	20.100	41.275	220	263	8.000	19.080	31.460	225.268	
1.6	remoción y demolición de estructuras y obstáculos	m <sup>3</sup>															
<b>2. excavaciones</b>																	
2.1	excavación manual	m <sup>3</sup>	7.815	52	46	79	15	3.960	4.815	67	30	52	1.290	52	7.395	25.668	
2.2	excavaciones en seco	m <sup>3</sup>	52.100	347	10.685	97.459	100	26.400	32.100	51.125	200	348	8.600	21.318	49.300	350.082	
2.3	excavaciones bajo agua	m <sup>3</sup>	49.500	10.331	4.888	35.999	39.700	6.700	44.300	23.988	38.100	34.475	31.500	58.487	61.800	439.768	
<b>3. rellenos y enrocados</b>																	
3.1	suministro e instalación de recebo	m <sup>3</sup>	2.767	27	31	42	15	38	3.530	36	29	36	880	36	554	8.021	
3.2	suministro e instalación de enrocados de diferentes tipos	m <sup>3</sup>	68.700	10.257	14.399	74.206	21.800	20.100	54.500	56.315	17.800	29.969	31.400	41.760	77.000	518.206	
<b>4. dragados</b>																	
4.1	dragados de inducción																
4.1.1	abscisa (0,0 en Puerto Berrío)	km	1,2	2,7	5,4	7,3	10,3	10,6	12							22,4	
4.1.2	volumen a dragar	1·10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	87,7	83,5	133,6	122,6	7,2	1	107,5	0	0	0	0	0	0	543	
4.1.3	longitud de tramo a dragar	m	1.200	1.350	2.400	1.255	550	200	900	0	0	0	0	0	0	7.855	
4.2	dragados de mantenimiento (por definir BSI)	m <sup>3</sup>															
<b>6. cierre de obra y retiro</b>																	
6.1	señalización y balizaje final entrega de obras y	juego															
6.2	retiro de contratistas	global															

Cuadro 14. Cuantificación de actividades y obras del POEM sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña

ítem	actividad	unidad	cantidades por estructura													Σ sector I
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>5. gestión ambiental</b>																
5.1	Supervisión ambiental fase de obras	global	<i>diseño e implementación de esquema normativo, sistema de control, mecanismos de aplicación, manejo de contingencias y conflictos, monitoría de aplicación y ajustes según resultados</i>													
5.2	Manejo patrimonio arqueológico	global	<i>acompañamiento de obras para identificación, valoración, rescate y protección de hallazgos arqueológicos: sondeos previos, restricción de áreas potenciales, normas de protección de eventuales hallazgos; prospección y rescate de localidades de interés descubiertas durante desarrollo de obras</i>													
5.3	Información y comunicaciones	global	<i>divulgación de objetivos, alcances y procedimientos de PMA: diseño de contenidos, medios, procedimientos, definición de público objetivo interno (contratistas, proveedores y sus empleados...) y externos (comunidades residentes, usuarios de recursos, transeúntes)</i>													
5.4	Restauración ambiental	m <sup>2</sup>	<i>procedimientos, oportunidad de ejecución, criterios de trabajo y de selección de alternativas de sitios y métodos; aplicable a biotopos terrestres en y ca. áreas de obradores, estructuras terrestres visibles y áreas de compensación, según exigencias de normas ambientales vigentes; sitios y superficies no son definibles a priori</i>													
5.5	Ensayos de protección y conservación	global	<i>implementación, con organizaciones ciudadanas locales, de ensayos piloto, complementarios del POEM, de estabilización de islas, taludes de orillares, restauración paisajística... con spp forestales nativas</i>													
5.6	Depuración natural de aguas residuales	global	<i>sistema para depurar aguas residuales municipales, con base en su circulación a través de pozos de oxidación y descarga a zona renaturalizada de ciénagas/bajos/pantanos, conectada naturalmente con el río Magdalena; combina manejo de aguas residuales con restauración ecológica, educación ambiental y producción perdurable de recursos persistentes: madera, leña, vida silvestre, pesca, etc..Para minimizar disminución de caudal de dilución de aguas cloacales en estijae.</i>													
5.7	Supervisión ambiental fase de servicio	global	<i>monitoría (sitios, procedimientos, frecuencia, indicadores e índices, guía de análisis de resultados) de programas de manejo ambiental y eventos especiales, e. g., dragados o reparación de estructuras; ajuste de programas, según resultados</i>													
5.8	Interventoría ambiental	global	<i>supervisión independiente de los contratistas y su equipo ambiental análogo de supervisión técnica, asociado a cumplimiento de desarrollo de PMA</i>													

# 5 Oferta ambiental de la región del POEM

## Identificación de oferta ambiental regional

Muchas de las interacciones previstas durante el desarrollo de las obras y durante la fase de servicio del canal navegable mejorado, en el valle medio del río Magdalena, en donde se localizarán las obras del POEM, ocurrirán a causa de las características de las estructuras y procesos regionales y no obedecerán a demandas particulares; i. e., cualquier tipo de proyecto de ocupación del espacio ejercería globalmente las mismas consecuencias. Es por esto que tales características se denominan oferta ambiental, son los elementos ambientales susceptibles de alteración.

A continuación se presenta en forma matricial una síntesis de las implicaciones de desarrollos en la subregión del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja. Ésta se elaboró con base en la extensa documentación disponible sobre la subregión y complementada con observaciones de campo realizadas durante la visita de reconocimiento del 25.01. al 30.01.2007 y un recorrido de campo entre el 25.02. al 3.03.2007. Para cada conjunto de elementos ambientales se presenta la siguiente información:

- elemento susceptible de deterioro,
- descripción del mismo,
- definición de la posible alteración,
- status en la región del Magdalena Medio de dicho elemento y causas de las alteraciones, si las hay <sup>29, 30</sup>
- indicadores posibles

Se consideran los elementos agrupados en los siguientes componentes:

- abiótico, conformado por la atmósfera (aire y microclima), el agua y los suelos; cuadro 16a.
- biótico, se consideran los elementos diversidad (de especies, organismos y comunidades y valor ecológico) y estabilidad (status de hábitats y grado de antropización); cuadro 16b.
- antrópico, se consideran los elementos de recursos, salud y comodidad o bienestar, infraestructura, estructura y superestructura; cuadro 16c.

En los siguientes cuadros se presentan entonces los elementos ambientales del medio abiótico, biótico y antrópico, susceptibles de alteración por el POEM en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja.

<sup>29</sup> Se consideran las consecuencias directas e indirectas pero no se hace énfasis en relaciones sinérgicas, puesto que análisis es meramente cualitativo.

<sup>30</sup> Los elementos agua, suelo, organismos, entre otros, se analizan en si mismos, como entes ecológicos, independiente del uso o aprovechamiento que puedan tener y como recursos o patrimonio en el componente antrópico, independientemente de si tal uso es racional o no.

Cuadro 15a. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio abiótico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en el Magdalena Medio	indicadores (E) <sup>3</sup>
<i>Atmósfera</i>				
gases y material particulado	calidad del aire en cuanto a gases y partículas	aumento en la concentración de gases: CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , otros GEI <sup>2</sup> y partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preparación de tierras agrícolas y manejo de pasturas con fuego</li> <li>• empleo de leña como combustible para cocción</li> <li>• efecto exacerbado en estiaje durante años ENSO<sup>3</sup>, v. gr., en 2006-2007</li> <li>• efectos derivados de POEM son negligibles frente a situación regional antecedente</li> </ul>	área susceptible de quemas en islas y faja litoral = $\Delta$ área c/ agricultura+pasturas/ $\Delta$ área total
microclima y mesoclima	patrones locales de T°C, HR, ETP, vientos <i>calor específico</i> de áreas boscosas y espejos de agua <i>atemperan</i> micro- y mesoclima	cambios en los patrones locales de T°C, HR, ETP, vientos, por reducción de masa boscosa y superficie de espejo de aguas, pérdida de efecto atemperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cobertura boscosa muy reducida</li> <li>• desecación de ciénagas y obstrucción de caños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas boscosas</li> <li>• <math>\Delta</math>s diacrónicos de áreas de ciénagas en fotos/mapas antiguos vs. contemporáneos</li> <li>• ocurrencia de spp pioneras de bosque seco, subxerofíticas, xerofíticas en áreas perturbadas: v. gr., <i>Libidivía coriaria</i>, <i>Prosopis juliflora</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Cereus</i> spp, <i>Opuntia</i> spp <i>Pereskia guamacho</i>.</li> </ul>
<i>Aguas</i>				
substancias inertes	rangos de concentración natural de sólidos disueltos y en suspensión en aguas superficiales o subterráneas	$\Delta$ s (aumento o disminución) en las concentraciones de sólidos en aguas superficiales y subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erosión y transporte a red de drenaje acelerado por deforestación, en cuenca inmediata y superior</li> <li>• erosión de orillares del Magdalena, de tributarios, caños y ciénagas por efecto de deforestación, laboreo agrícola, pastoreo, bombeo hidroestático, oleaje producido por embarcaciones</li> <li>• sedimentos retenidos en cuenca del Nare</li> <li>• minería de aluvión en tributarios de margen izquierda</li> <li>• extracción de arena y otros materiales de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• serie de tiempo de concentraciones de sólidos</li> <li>• <math>\Delta</math> áreas o longitud de orillares susceptibles y desprotegidas</li> <li>• TPD chalupas, motocanoas, otras embarcaciones; tipificación de potencia de motores, velocidades y consumos de combustible<sup>4</sup></li> </ul>
material biodegradable	DBO <sub>5</sub> o concentración natural de materia orgánica	aumento o disminución en las concentraciones de materia orgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• descarga de aguas cloacales en Puerto Berrío (puerto de chalupas y barrio Corales), El Aterrao, Batallón de Ingenieros Cajibío (¿?), San Rafael de Chucurí<sup>5</sup>; otros, sin inventariar</li> <li>• descargas vía caños de ciénagas de aguas prietas<sup>6</sup></li> <li>• disposición de basuras en cauce en Puerto Berrío, El Aterrao, San Rafael de Chucurí, Barrancabermeja y desde embarcaciones<sup>7</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estudios de calidad de aguas de IDEAM (<a href="http://www.ideam.gov.co">http://www.ideam.gov.co</a>) (o entidades antecesoras)</li> <li>• registros de plantas de tratamiento de acueductos y alcantarillado de Puerto Berrío, Barrancabermeja</li> <li>• PsOT y EsOT de municipios</li> </ul>
substancias tóxicas	ausencia de substancias tóxicas orgánicas o inorgánicas en aguas naturales superficiales o subterráneas u ocurrencia de concentraciones por procesos biogeoquímicos naturales	presencia de substancias tóxicas orgánicas o inorgánicas a causa de actividades humanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• disposición accidental, negligente o clandestina de desechos industriales</li> <li>• utilización de biocidas y agroquímicos en pastos y cultivos</li> <li>• derrame accidental o negligente de hidrocarburos, vandalismo de oleoductos, purga de motores fuera de borda en el río</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EARS de Corantioquia o CAS</li> </ul>

Cuadro 15a. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio abiótico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en el Magdalena Medio	indicadores (E) <sup>3</sup>
substancias radiactivas	ausencia de radioactividad o detección de ella atribuible a procesos naturales	detección de radiactividad atribuible a actividades humanas	sin información <sup>8</sup>	sin información
condiciones físicas	temperatura, pH, conductividad, O <sub>2</sub> disuelto y demás propiedades físicas y regímenes hidrológicos: caudales, velocidades de flujo	modificación recurrente o permanente e irreversible de las condiciones físicas por contaminación, derivación de caudales desde o hacia otras cuencas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios micro- mesoclimáticos recientes (s. XX) inducidos por deforestación y desecación de ciénagas</li> <li>• cambio climático global</li> <li>• río Magdalena en tramo Pto. Berrío - Barrancabermeja es furcado; alta dinámica geomorfológica<sup>9</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T°C, pH, OD: estudios de calidad de aguas de IDEAM (o entidades antecesoras)</li> <li>• número, tamaño, duración de islas</li> </ul>
<i>Suelos</i>				
características:		contaminación, erosión, compactación. aumento de salinidad, desecación, anegación, pérdida de nutrientes, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coberturas boscosas muy reducidas</li> <li>• erosión laminar y en cárcavas</li> <li>• pisoteo por ganado</li> <li>• erosión y transporte a red de drenaje acelerado por deforestación, en cuenca inmediata y superior</li> <li>• erosión de orillares del Magdalena, de tributarios, caños y ciénagas por efecto de deforestación, laboreo agrícola, pastoreo, bombeo hidrostático, oleaje producido por embarcaciones</li> </ul>	

## Apostillas

1. En general, los indicadores se clasifican en P, E ó R según se trate respectivamente de presión ejercida para causar cambio, estado o condición previa del elemento afectado o respuesta (manejo) dada a la problemática, ver p. ej., CSIRO, 1999, Mannis, 1996. Los indicadores aquí listados asociados a la oferta ambiental son de estado; los de la demanda son únicamente de presión y los de verificación del plan de manejo y su efectividad, serán de presión, de respuesta y de estado.
2. ENSO, acrónimo de El Niño Southern Oscillation (Oscilación meridional El Niño), síndrome climático, erráticamente cíclico, consistente en cambios en los patrones de circulación de las masas de aire hemisféricas; provoca un retardo en la cinética de las corrientes marinas normales, desencadena calentamiento de las aguas costeras superficiales sudamericanas y provoca estragos a escala mundial. Afecta en particular a Centro y Sudamérica, Indonesia y Australia. La ENSO es un conjunto de elementos interactuantes de un sistema global de fluctuaciones climáticas acopladas océano - atmósfera que ocurre como consecuencia de la circulación atmosférica y oceánica. El ENSO es la fuente más prominente de variación interanual del clima y el estado del tiempo en el planeta (» 3 a 8 años), aunque no todas las áreas son afectadas. El fenómeno ocurre alrededor de la Navidad al frente de las costas Peruanas -de ahí el nombre- y trae desplazamientos de muchas especies de peces y consecuentemente, cambios drásticos (aumentos y disminuciones) en las capturas; el hecho fue reconocido por las culturas prehispánicas desde hace no menos de 11 milenios. En algunas regiones Amazonia, Orinoquia, Chocó, valle del Magdalena-Cauca, litoral Pacífico y Caribe en Centro América genera estiajes extremos, mientras que en otras e. g., Pantanal, alto Paraguay y alto Paraná conlleva temporadas de lluvias acentuadas y eventos de crecientes extremas. Ver artículo en wikipedia inglesa (<http://en.wikipedia.org/wiki/ENSO>).
3. GEI es la sigla de Gases de Efecto Invernadero: vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), clorofluorocarburos. Todos estos gases, excepto los clorofluorocarburos, son naturales y se presentan en la atmósfera en concentraciones variables; a partir de la revolución industrial, se hipotetiza, sus concentraciones han venido en aumento y son los responsables de cambio climático global.
4. Datos para comparar en estudios de transporte fluvial de Momposina fase II.
5. Se listan sólo aquellas descargas directas al río. Otras, vía un caño o tributario, v. gr., caño Barbacoas o caño Chucurí, parecen muy distantes para que su efecto sea detectable. No se sabe si el Batallón de Ingenieros Cajibío, aguas abajo de Puerto Berrío y sobre la margen derecha, descarga directamente al río o si cuentan con un sistema de manejo o tratamiento de aguas clocales.
6. Las aguas prietas sensu Sioli contienen altas concentraciones de mo de lenta descomposición (taninos, fenoles, ácidos húmicos, etc.), se desconoce su contribución al DBO<sub>5</sub> (datos en Moreno, 1984). Este y otros parámetros relevantes se documentaron por Ideam (2006); durante recorrido de campo, se realizaron mediciones in situ de parámetros físico-químicos en caños y ciénagas de las dos márgenes: caño Chucurí - complejo Chucurí - Aguas Negras; caño Negro - ciénaga La Chiquita; caño de ciénaga Barbacoas ciénaga Santa Clara localizada entre colinas.
7. No se conocen datos de cantidades ni composición de basuras y desperdicios arrojadas al río Magdalena. La proporción de mo (residuos de cocinas, criaderos de pollos, lecherías, mataderos...) de rápida degradación es alta, pero también hay materiales inertes (vidrio, plásticos...) y tóxicos (biocidas, desechos de centros médicos y hospitalarios, laboratorios y pequeñas industrias...)
8. Contaminación por sustancias radiactivas está generalmente asociada al desecho de residuos industriales o materiales médicos y a exposición de rocas profundas en procesos mineros. Se desconoce si se han realizado estudios antecedentes en Magdalena Medio; sin embargo, es posible que se encuentren materiales radiactivos en hidrocarburos fósiles.
9. La dinámica de la formación, estabilización y evolución de islas y brazos fue estudiada por Ideam para Cormagdalena en el tramo Barrancabermeja - Bocas de Ceniza (Ideam 2001y 2002), se desconoce si hay estudios análogos en tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja.



Cuadro15b. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio biótico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
<i>Diversidad de organismos (<math>\alpha</math>) de hábitats (<math>\beta</math>) y de comunidades (<math>\chi</math>)</i>				
diversidad de organismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>riqueza de especies (% endemismos; % especies amenazadas: % especies generalistas vs. especialistas)</li> <li>taxa indicadores terrestres (plantas vasculares, aves, mamíferos...)</li> <li>taxa indicadores acuáticos (insectos, anfibios)</li> <li>indicadores de calidad de aire (líquenes, epifitas)</li> </ul>	<p>1. <i>modificación (reducción) de la biodiversidad</i> (riqueza de especies y uniformidad en sus distribuciones), por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eliminación de los organismos o por destrucción de sus hábitats o</li> <li>favorecimiento de especies invasoras resistentes que compiten con originales por espacio y alimento y las eliminan de la comunidad</li> </ul> <p>2. <i>consecuencias</i> de 1.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>aumento de riesgos de extinción de spp y de % spp amenazadas</li> <li>aumento % de spp generalistas</li> <li>reducción de spp endémicas</li> </ul>	<p>media a baja por</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>reemplazo de bosque por pasturas para ganadería extensiva desde siglo XVII (<i>desplazamiento competitivo y destrucción de hábitats</i>)</li> <li>cacería indiscriminada comercial, deportiva y de subsistencia</li> <li>además de ganados, introducción de aves de corral, cerdos, perros y gatos, etc. y favorecimiento de depredadores ruderales (zarigüeya, .</li> </ul>	status de conservación de taxa seleccionados de diferentes biotopos acuáticos, anfibios y terrestres, tomados de Libros Rojos, cruce con listas de spp de caza preferidas (ver cuadro medio antrópico).
valor ecológico	<p><i>diversidad / singularidad</i> de hábitats, interacciones e interdependencias, hábitat de spp migratorias, refugios... valores intrínsecos ...</p>	<p>reducción del valor ecológico por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>contaminación</li> <li>destrucción de hábitats (inhabilitación)</li> <li>interferencia con procesos ecológicos naturales<sup>10</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>diversidad natural media a alta, actualmente en deterioro en región Magdalena Medio</li> <li>endemismo alto</li> <li>bosque húmedo tropical valioso a nivel global, amenazado desde época de auge de navegación a vapor para leñateo para calderas, extracción maderera para mercados de Medellín, Bogotá, Santander, Boyacá; biotopos (acuáticos, anfibios y terrestres)<sup>11</sup> de planicie aluvial destruidos por incorporación de áreas a ganadería y agricultura de pancoger, desarrollo de infraestructura vial, exploración / extracción / transporte petrolero e inmigración y colonización y, en menor grado, expansión urbana</li> <li>ningún biotopo tiene status de protección legal en la región del Magdalena medio.</li> </ul>	indicadores generales en Dienerstein, et al., 1995 <sup>12</sup>

Cuadro 15b. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio biótico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
status de hábitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sucesional (primario, secundario, disclimácico... etc.)</li> <li>• grado de fragmentación (entero, fragmentado, corredores, islas, manchas, ...)</li> <li>• tendencias a la recuperación o al deterioro, estable</li> <li>• status, sensu IUCN, et al., 1978, Neotrópicos, 1996:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- hábitats <i>naturales</i> (cero intervención humana) a</li> <li>- <i>modificados</i> (intervención presente pero no requerida) a</li> <li>- <i>alterados</i> (máxima intervención) a</li> <li>- <i>deteriorados</i> (reversibilidad de proceso imposible)</li> </ul> </li> </ul>	incremento del nivel de dependencia de los hábitats y comunidades en el grado de intervención antrópica necesaria para el desarrollo de los <i>procesos ecológicos fundamentales</i> (reproducción, alimentación, migración...).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• terrazas y colinas alteradas, pastizales difíciles de erradicar, fuentes de propágulos reducidas, cohortes de simbioses (polinizadores, dispersores de semillas...) menguada</li> <li>• albardones y cimas modificadas</li> </ul>	indicadores generales en Dienerstein, et al., 1995; intentar actualizar con información de Global 200 ( <a href="http://www.panda.org/about_wwf/where_we_work/ecoregions/ecoregion_list/index.cfm">http://www.panda.org/about_wwf/where_we_work/ecoregions/ecoregion_list/index.cfm</a> ), con información de EAR de CARS EMA de MAAVDT, pero escala segura es muy chica.
grado de antropización	<p>grado de reversibilidad de status de hábitats por procesos naturales de sucesión y colonización</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grado máximo en hábitats alterados, e. g., plantaciones o cultivos, regresan a condición natural una vez abandonados</li> <li>• mínimo en áreas deterioradas, sin condiciones que posibiliten existencia de procesos ecológicos: minas a cielo abierto, canteras, zonas urbanas y construcciones en general: pueden existir los organismos pero no hay funcionamiento ecológico <i>per se</i></li> </ul>	cambios negativos a lo largo del gradiente de antropización	<p>modificado a alterado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reducción extrema de coberturas boscosas, extinción local y regional del spp de árboles con efectos sobre genética y ecología de poblaciones de simbioses (polinizadores, dispersores de propágulos); sin embargo existen relictos de hábitat natural que permiten restauración a gran escala</li> <li>• reversibilidad dificultada por escasez de propágulos, v. gr., spp de muy lento crecimiento son las maderas más pesadas y por tanto más apreciadas. v. gr., <i>Hymenaea courbaril</i>, sapan, aceite maría, guayacán, caoba, cedro, etc.</li> </ul>	

## Apostillas

10. *Proceso ecológico* se define como cualquier interacción entre organismos con su medio o con el hombre. Es una definición muy amplia y así todo es un proceso ecológico. Una definición funcional para esta evaluación hace referencia a los siguientes fenómenos por demás interrelacionados: (i) *colonización y sucesión* (ii) *migración* (iii) *reproducción* que incluye *polinización y dispersión de propágulos* y (iv) *alimentación* que incluye *competencia y depredación*.
11. El caso extremo de la desprotección son las islas fluviales que el río forma y destruye, particularmente en la región del MM. Sucesión en islas (véase caracterización islas, diagnóstico biótico), Status legal de propiedad (véase consulta a Rosángela Calle Vásquez del ORM sobre este tema, información anexa a diagnósticos físico, biótico y antrópico).
12. ¿Efecto de POEM será de aumentar elasticidad?  
 $E = A_{\text{máxima inundación}} - A_{\text{mínima inundación}}$   
POEM desvía aguas de *brazos laterales* hacia *canal navegable*, por tanto *disminuye área lateral de espejo de agua*. Esta consecuencia, si es significativa y constante dentro de un año dado, puede ser considerada beneficiosa para la explotación del recurso pesquero y para los poseedores de islas cuyas áreas aumentan.

Cuadro 15c. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio antrópico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
<i>Recursos naturales</i>				
bosques y vida silvestre	nivel de explotación, racional o no, de los recursos del bosque: leña, fibras, maderas (para construcción de vivienda, muebles, canoas, cercos...), caza (para carne, pieles, etc.) y otros	reducción del recurso o pérdida de acceso al recurso bosque por parte de la comunidad	la <i>demanda</i> de RRNN se infiere pequeña porque población rural dispersa es pequeña; población nucleada limitada a barrios bajos de Puerto Berrío (Los Corales), El Aterrao (¿36 familias?), Murillo, San Rafael de Chucurí, Barrancabermeja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jornales anuales dedicados a actividades de explotación de RRNN</li> <li>• tamaño medio de propiedades rurales ganaderas en Yondó, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Cimitarra y Puerto Parra</li> <li>• densidad de población dispersa en faja litoral<sup>13</sup></li> </ul>
recursos hídricos (agua)	nivel de explotación racional o no de recursos hídricos, agua para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• consumo humano</li> <li>• uso agropecuario</li> <li>• generación de energía</li> <li>• recursos hidrobiológicos (pesca)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reducción o pérdida de acceso al recurso agua o a recursos asociados al agua</li> <li>• reducción de la confiabilidad en el tamaño de recurso pesquero y en las posibilidades de aprovechamiento</li> <li>• reducción de la calidad del agua para diversos usos: potable, consumo doméstico, agropecuario, piscicultura</li> </ul>	<p>1. <i>Cantidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lluvias abundantes</li> <li>• aguas corrientes y lénticas abundantes y bien distribuidas espacialmente, con tendencia a apropiación por particulares</li> <li>• aguas freáticas poco utilizadas</li> </ul> <p>2. <i>Calidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• río Magdalena calidad media en estiaje, con tendencia a aumentar el deterioro</li> <li>• afluentes margen derecha con alto contenido de sedimentos por deforestación, afluentes de margen izquierda muestran efectos de explotaciones mineras</li> <li>• ciénagas y caños en proceso de deterioro por ampliación de áreas ganaderas, desecación para expansión urbana, apropiación ilícita, sobre-explotación pesquera, descargas de aguas cloacales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• concentraciones medias de diversos iones en puntos a lo largo del río</li> <li>• Ruiz (Himat) 1991</li> <li>• datos de IDEAM 2004</li> </ul>
recurso suelo	nivel de explotación racional o no de los recursos del suelo en cualquier tipo de aprovechamiento: agricultura, ganadería, reforestación, etc.	reducción o pérdida de acceso al recurso suelo ¿Qué pasará con las islas? <sup>14</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los playones de ciénagas son comunales</li> <li>• las islas y los playones del río pueden ser utilizados por cualquiera (véase conceptos de ocupación en información anexa a diagnósticos)</li> </ul>	con imágenes de satélite de varios años tomadas al final de las <i>estaciones seca y lluviosa</i> (fechas definidas por registros de niveles medios diarios de Ideam, diferentes cada año), se puede medir la <i>elasticidad</i> de la planicie sensu Neiff. <sup>15</sup>
recurso subsuelo	nivel de explotación racional o no de los recursos del subsuelo: minería (minerales, combustibles, materiales de construcción...). Potencialidades.	reducción o pérdida de acceso al recurso subsuelo	sin información sobre recursos diferentes a los hidrocarburos. Parece no tener relevancia en marco del POEM	
patrimonio arqueológico	valor de un sitio, reconocido socialmente ya sea local o extraregionalmente, por sus características históricas, culturales, paisajísticas; con reconocimiento ecológico otorgado por la autoridad ambiental o por intereses privados o comunitarios (parques, santuarios, reservas...)	reducción o pérdida de los valores paisajísticos y patrimoniales o de su accesibilidad	en la región del Magdalena Medio por su ubicación geográfica y condiciones ambientales se han realizado numerosas investigaciones que se han preguntado por este territorio como escenario del poblamiento temprano de nuestro país (11000 A.P antes del presente), donde se dieron procesos culturales que desembocaron en un ordenamiento político y social actual	

Cuadro 15c. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio antrópico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
<i>Salud y comodidad (o bienestar)</i>				
	<i>Salud:</i> condiciones de la población en relación con las causas de morbilidad y mortalidad y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento de los factores de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riesgos en general muy bajos porque son calculados sobre población una población rural exígua y dispersa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• registros fotográficos de situaciones particulares (quemadas, basureros, áreas desecadas)</li> </ul>
	<i>Comodidad o bienestar:</i> condiciones de la población en relación con la percepción sensorial general (visual, auditiva, olfativa y táctil), de las características del entorno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incremento en la frecuencia de enfermedades endémicas y epidemias</li> <li>• incremento de los niveles de ruido</li> <li>• cambios anómalos en la temperatura del aire y en la humedad relativa</li> <li>• aparición de olores molestos, extraños o desagradables</li> <li>• proliferación de insectos exoriatrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemadas periódicas de pastos, rastrojos y bosques secundarios durante estío producen humo y cenizas volantes, causan molestias respiratorias e impiden visión a gran distancia</li> <li>• aumento de temperatura local y de sensación térmica en estío por deforestación, desecación de caños y ciénagas</li> <li>• disposición de basuras en el río, descoles de aguas cloacales, etc., generan H<sub>2</sub>S, mercaptanos y otros gases de olor desagradable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estadísticas de salud (malaria, dengue, urticarias, etc.)</li> </ul>
<i>Infraestructura - marco físico de soporte social</i>				
vías	carreteras, carreteables, caminos de herradura, senderos, andenes, puentes, pasos, caños, canales, brazos navegables	eliminación, destrucción o deterioro inducido de vías o limitación temporal o restricciones para su uso	río es principal vía para población litoral nucleada y dispersa, permite soluciones familiares a costos muy bajos aunque recorridos de largas distancias están limitados por altos costos de gasolina en moto-canoas equipadas con motores fuera de borda de altas revoluciones.	
servicios públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>redes urbanas</i> de electricidad, agua, teléfonos, gas y colectores cloacales</li> <li>• tomas y conducciones de agua, descoles en <i>zonas rurales</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interrupción del suministro de servicios públicos</li> <li>• obstrucción o deterioro de las redes y conducciones</li> <li>• limitación o pérdida de acceso a tomas de agua</li> <li>• impedimento u obstrucción de drenajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• urbanos: Puerto Berrío / Barrancabermeja / El Aterrao / Puerto Murillo / San Rafael de Chucurí<sup>16</sup></li> </ul>	
edificaciones	construcciones permanentes destinadas a diversos usos: vivienda, industria, comercio, escuelas, parques, establos, corrales, trapiches, bodegas, beneficiaderos...	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminación, destrucción o deterioro inducido o</li> <li>• limitación temporal del uso</li> </ul>		
espacio público	áreas de propiedad pública para uso comunal sin restricciones	reducción del espacio público o limitación a su acceso	las ciénagas y caños son bienes públicos, los playones de ciénaga son de uso comunal, en muchos casos unos y otros son actualmente objeto de apropiación de facto por terratenientes (ciénagas y caños) o por parceleros (playones).	registros de conflictos por posesión o acceso a caños ciénagas y playones.

Cuadro 15c. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio antrópico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
<i>Estructura - organización e instituciones económicas</i>				
nivel de autosuficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia de población en su trabajo para obtener recursos y satisfacer necesidades, contrasta con necesidad de empleo+dependencia en bienes o servicios importados a la región</li> <li>• herramientas, medicinas, ropas y algunos alimentos (sal, aceite, azúcar) casi siempre son importados</li> <li>• autosuficiencia = Δcaza, pesca, recolección de productos vegetales silvestres, pastoreo, cultivos, minería (oro, materiales de construcción), comercio local de excedentes, remesas en dinero o especie, subsidios</li> <li>• autosuficiencia e ingresos de circulante son antagónicos.</li> </ul>	<p>la generación de empleos temporales y las demandas de bienes y servicios temporales incrementan dependencia en circulante, i.e., reducen autosuficiencia a largo plazo. En comunidades rurales aisladas, el contacto con forasteros induce la adopción de gustos, intereses y necesidades imposibles de ser satisfechos localmente y por ende aumentan dependencia en circulante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• largo historial de cambios inducidos por actividades en el río o en la planicie aluvial: <ul style="list-style-type: none"> <li>- leña, alimentos (carne fresca, bastimento...)</li> <li>para vapores</li> <li>- exploración, explotación, acopio, transporte y refinación de petróleo</li> <li>• múltiples actividades y obras en los últimos 10-20 años en la región: Termocentro, carretera <i>troncal de La Paz</i>, reactivación de ferrocarril, puente Yondó - Barrancabermeja, proliferación de cultivos/refinación de coca, etc.</li> </ul> </li> </ul>	<p>ver estudio de Movilidad poblacional en Antioquia presentado en Carlos Augusto Giraldo (caugusto@iner.udea.edu.co) INER UdeA 12.2006</p>
transporte	<p>Rutas, distancias, tiempos de viaje, frecuencia de transporte público, costos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aislamiento y obstrucción vial</li> <li>• aumento en distancias a recorrer o cambio del medio tradicional de transporte, caballo o carro por lancha, por ejemplo, por la inundación de vías y puentes para formar un embalse</li> <li>• deterioro temporal o permanente de las facilidades o posibilidades de desplazamiento (peatonal o vehicular) v. gr., como consecuencia de la aparición de intersecciones de una nueva vía con las ya existentes</li> <li>• demoras en el flujo vehicular por tráfico de maquinaria pesada</li> <li>• limitación, restricción al tránsito o maniobra en puertos y sitios de atraque de pequeñas embarcaciones por obras en el río</li> <li>• limitación para navegación menor por disminución de lámina de agua en brazos y canales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• transporte terrestre Puerto Berrío - Barrancabermeja - Yondó, compite en: precios, velocidad, frecuencia, confiabilidad y seguridad con transporte fluvial • sin embargo, río como vía es usado por pequeños comerciantes, pescadores, población nucleada y dispersa alejada de las vías terrestres</li> </ul>	<p>matriz de alternativas de rutas, distancias, tiempos de viaje, frecuencia de transporte público, costos para diferentes poblaciones del tramo</p>

Cuadro 15c. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio antrópico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
usos del suelo	hábitats naturales (bosques, sabanas, páramos) culturales (cultivos, pastos, descanso, reforestaciones) o urbanos (vivienda, comercio, industria, servicios)	cambios desordenados o socialmente indeseables del uso del suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• proceso de colonización espontánea</li> <li>• tala oportunística de bosques para comerciar maderas u otros bienes con demanda temporal</li> <li>• desarrollos urbanos sin provisión de infraestructura adecuada</li> <li>• asentamientos subnormales/ establecimientos de servicios (restaurantes, estaciones de gasolina, lavaderos, paradores, etc.) en las servidumbres de una carretera o cambio de el uso de la tierra para adecuarla a estas actividades (loteo, instalación de acueductos, etc).</li> </ul>		
tenencia de la tierra	baldíos, posesión, títulos, escrituras, arriendo, ocupación, préstamo...	especulación y manejo artificial del mercado de tierras, posesiones de facto de islas y playones de ciénagas por parceleros y de río por terratenientes latifundistas		
<i>Supraestructura - valores culturales y organización social</i>				
estructura familiar	familia tradicional, familia extensa, matriarcado, papel del padre y de la madre en el manejo de los asuntos familiares, reconocimiento de autoridad, participación de miembros de la familia en las actividades productivas	deterioro de los valores y costumbres de la población de la zona de influencia por afluencia de personal e interacción con la población local, favorecimiento de la prostitución, el alcoholismo, la drogadicción y la promiscuidad sexual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Puede considerarse El Aterrazo un caso típico?</li> <li>• Historial reciente de obras en la región. Antecedentes son normalmente muy difíciles de precisar, casi nunca hay una <i>evaluación ex post</i>.</li> <li>• Presencia de grupos armados y el conflicto armado son probablemente peores como <i>disruptores</i> de estructura familiar que las obras civiles.</li> </ul>	Entrevistas con personal de <i>desarrollo comunitario</i> o <i>secretaría social</i> de Alcaldía, ONGs de desarrollo social o protección a la infancia. Índices de <i>madresolterismo</i> entre menores de edad. Deserción escolar antigua y reciente
satisfacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• capacidad, real o sentida, del entorno natural/cultural para satisfacer las aspiraciones individuales, familiares o colectivas</li> <li>• dinámica del mercado de tierras y de la oferta de empleo</li> </ul>	Generación de expectativas. Si <i>satisfacción es baja</i> cualquier <i>proyecto genera expectativas</i> : de empleo, de valorización de la propiedad, de solución de los problemas comunitarios, etc. <i>Alta satisfacción</i> genera <i>rechazo</i> de cualquier tipo de proyecto, expectativas negativas. En ambos casos el efecto es deletéreo	Personas descontentas y con prejuicios sobre consecuencias de dragados, inundaciones y destrucción de islas (expresiones de participantes locales del tramo POEM en reunión informativa en Puerto Berrío, 3.03.2007)	Encuestas sobre experiencias anteriores relacionadas con otros proyectos (v. gr., puente Yondó, espolones en Casabe, caso La Ganadera...)  Quejas, cartas, peticiones a Cormagdalena sobre obras o actividades en el río.  Reportes de interventorias de proyectos ya realizados.
arraigo	resistencia a los desplazamientos forzosos	desplazamientos forzosos	PDPMM/Padre de F. Roux pueden tener estadísticas de desplazamientos forzosos en municipios del tramo. Ver: Programa de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio y PDPMM. 2002.	estadísticas de ONGs de DDHH.

Cuadro 15c. Identificación preliminar de elementos ambientales susceptibles de alteración. Medio antrópico en el tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja

elemento	descripción	alteración	status en región: Magdalena Medio	indicadores (E)
manifestaciones culturales	cohesión–identidad cultural, etnocentrismo, nivel de rechazo o aceptación al forastero	cambios en los valores y en la estructura de poder y de autoridad		
seguridad	percepción individual y colectiva del entorno cultural en relación con respeto a la vida, a la propiedad y a la intimidad	incremento de la criminalidad, vandalismo y comportamientos sociales indeseables		
territorialidad	percepción individual y colectiva del entorno físico y cultural como propio	alteración, aún sutil y poco perceptible, del paisaje proximal y distal		



## Apostillas

15. Este trabajo, de amplia aceptación en el gremio de la conservación y el planeamiento del desarrollo sostenible, incluye el MM dentro de la ecoregión Darién-Chocó (<http://www.nationalgeographic.com/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0137.html>). La información se presenta agregada, incluso para unidades transnacionales y no contiene las bases de datos primarios ni las memorias de cálculo ni da referencias concretas a las fuentes que son en general documentos oficiales de las entidades (OGs y ONGs) nacionales participantes. Sería necesario recalcular y actualizar, puesto que desde la publicación inicial han pasado ya 12 años.  
Un segundo problema de Dinerstein, et al., 1995, es que no distingue (no otorga status de ecoregión) a las extensas áreas de planicie aluvial con biotopos característicos (ciénagas, playones, caños, albardones, etc.) tanto del Chocó geográfico (ríos Atrato, San Juan y afluentes, como las del Sinú y del Magdalena - Cauca - San Jorge. Esta última región posee una extensa planicie aluvial (25.000 - 35.000 km<sup>2</sup>), una de las mayores de Sudamérica. No logró un status sobresaliente en el documento de Dinerstein, por cuanto la base del trabajo se hizo en Colombia, en donde tradicionalmente el sector ambiental y de conservación oficial y privado ha menospreciado la importancia de esta región. No se conocen con detenimiento las evaluaciones regionales ambientales de Cormagdalena ni CAS, pero deben ser similares a las de Corantioquia, normalmente con generalidades y no mayor detalle del status.
16. La información que se levante en la fase II mediante los protocolos antrópicos, más la información documental, debe arrojar material suficiente para tipificar las economías campesinas de subsistencia de la región del POEM, según el sistema de producción, predominante. i. e., el (los) elemento(s) del vector de subsistencia. e. g., pescadores permanentes, jornaleros, agregados de fincas, parceleros, rebuscadores urbanos. Véase tipologías y perfiles en diagnóstico antrópico, construido con base en literaturas antropológica y socioeconómica, verificado, complementado y ajustado con datos propios. Con base en (i) tamaños de poblaciones rurales, nucleadas y dispersas (demanda) y (ii) áreas no asociadas a explotaciones ganaderas latifundistas, v. gr., áreas comunales (biotopos anfibios), islas permanentes, islas efímeras, baldíos nacionales, etc. (oferta), se puede calcular el status quo y la tendencia regional, asumiendo que los ingresos familiares que no se basan en recursos (remesas, subsidios...) no difieren de un tipo a otro.
17. Las obras del POEM no estarán ubicadas frente a los centros urbanos (Pto. Berrío y Barrancabermeja) ni nucleados grandes (El Aterrao, Puerto Murillo, San Rafael de Chucuri). Para los demás (nucleados pequeños y población dispersa), el tema se analiza en el recurso agua. Sin embargo, descargas de aguas cloacales en barrios de invasión consolidados, río abajo en Puerto Berrío, llegarán a un brazo con niveles bajos durante estiaje, consecuencia de estructuras de Poem; esta situación puede también presentarse en menor grado en Murillo.
18. La fase I de campo se llevó a cabo entre el 25.01. y el 30.01.2007. El análisis y depuración de la información colectada y el nuevo ajuste de los protocolos -requerido por la comunicación del MAVDT a Cormagdalena, del 31.01.07, en relación con los términos de referencia para los estudios ambientales (EIA + PMA)- continuó hasta el 16.02.07. La fase II se llevó a cabo entre el 25.02.2007 y el 3.03.2007.

## 6 Balance oferta - demanda del POEM





La siguiente matriz (cuadros 3a. y 3b.) lista las interacciones con consecuencias negativas que pueden ocurrir entre los elementos ambientales de la región del POEM (filas) y las actividades y procesos que conforman el proyecto (columnas), ya sea durante la *fase de obras* o durante la de *servicio*.

Las actividades y procesos se agrupan en 7 capítulos, incluyen explícitamente todas las actividades de la lista de *cantidades de obra*, suminsitradas por BSI, aunque su organización ha sido ligeramente modificada. Se adicionaron algunas actividades que aunque no son consideradas por el equipo de ingeniería, se requieren para la contabilidad de los posibles deterioros causados por las obras. De otra parte, se listan además procesos externos al ámbito de planeación y control de Cormagdalena, con consecuencias en el entorno, pero cuya ocurrencia sólo se da si se ejecuta el POEM, estos son:

- explotación de canteras existentes o nuevas para suministro de rocas y recebo, requeridos en las obras, transporte interno (en la mina) y externo hasta accesos a patios de acopio del POEM (actividad 5a.)<sup>31</sup>
- inmigración a la región del POEM de población en busca de oportunidades de empleo o comercio en cercanías de los frentes de obra (actividad 6a.) y el subsecuente reemplazo de áreas naturales por explotaciones agropecuarias para sostenimiento de población inmigrante y el crecimiento de demandas por bienes y servicios para los que ya existe déficit en la región, e. g., en los sectores salud, educación, vivienda.

Puesto que los nombres de los capítulos y de las actividades son muy largos, se hizo imperativo reemplazarlos por un código que se aclara al pie de la tabla.

Las interacciones entre *elementos de la oferta ambiental* del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja o del Magdalena Medio y de la *demanda ambiental* ejercida por las actividades y procesos del POEM se identifican con una celda de colores así:

- celdas rojas, corresponden a *interacciones exclusivas del POEM* , i. e., sin antecedentes en la región del proyecto ni en el Magdalena Medio ni extraregionales
- celdas naranja , indicativas de elementos alterados por *causas antecedentes o concurrentes, endógenas* a la región del POEM o del Magdalena Medio
- celdas amarillas , corresponden a *alteraciones cuyas causas no son generadas en la región del POEM ni del Magdalena Medio*, i.e., tienen causas exógenas (extra-regionales)
- los elementos de la oferta que no presentan ningún deterioro -ni antecedente ni asociado al POEM- corresponden a celdas blancas, mientras que las franjas celeste  (i. e., sin distinguir cada celda) indican *elementos ambientales* alterados por *causas endógenas o exógenas pero cuya dinámica no será afectada por las actividades o procesos del POEM*

Las celdas con interacciones, ya sean *exclusivas* (rojas) o con causas concurrentes ya sean *endógenas* (naranja) o *exógenas* (amarillas), tienen un vínculo numérico inscrito que corresponde a una ficha de evaluación de esa interacción. Casi nunca la correspondencia es uno a uno, es decir el número de la interacción se repite, lo cual indica la pluri-causalidad de las interacciones. De otra parte, en una misma fila (i. e., para el mismo elemento ambiental) se pueden identificar interacciones diferentes, por tanto los vínculos numéricos son diferentes.

Tanto los colores de las celdas como los ordinales de las fichas de evaluación (vínculos numéricos) no son más que convenciones para simplificar la lectura de la matriz. Se puede, mediante una inspección visual, definir cuáles acciones o procesos del POEM son más susceptibles de causar deterioros y si estos son nuevos o tienen antecedentes. Recíprocamente, se puede, a golpe de vista, identificar los elementos medio-ambientales más susceptibles, ya sea por su condición antecedente o por las múltiples causas asociadas al POEM que puedan afectarlos.

<sup>31</sup> La Ley 685 de 2001, Código de Minas y sus decretos reglamentarios, regulan la gestión ambiental asociada a las actividades de exploración, explotación y transporte de materiales de construcción. (SMA, 2003)

## Resultados del balance oferta - demanda

En atención a la pluri-causalidad de las interacciones oferta - demanda, mencionada arriba, las 232 *interacciones* identificadas se agruparon en 38 *efectos, cambios o consecuencias*, detallados en fichas de evaluación. Cada ficha está conformada por 4 campos:

- *identificación*: cuándo y dónde ocurre el efecto y génesis de causas concurrentes
- *elemento ambiental afectado* (puede ser más de uno simultáneamente)
- *evaluación de cambios previstos*, es cualitativa, con propósitos comparativos; se califican los siguientes atributos: magnitud esperada del cambio, probabilidad de ocurrencia, velocidad y duración del cambio
- *manejo*: identificación de posibilidades de prevención del cambio o reducción de las consecuencias (mitigación) o su compensación. Se identifican además las acciones complementarias requeridas para el manejo y los vacíos de información ya sea para la evaluación o para el manejo

Sólo en un par de casos el análisis conceptuó que se requerían dos o más causas operando simultáneamente para que las consecuencias previstas tuvieran lugar, véase ficha 13. Recíprocamente, también ocurren unas pocas instancias de consecuencias ambientales diferentes derivadas del mismo conjunto de causas, e. g., véase fichas 31. y 32.

Las causas de efectos concurrentes o exclusivos regionales y exógenos (celdas naranja y amarillas) no se presentan en este cuadro, están relacionadas primordialmente con:

- tala rasa de bosques para emprendimientos de ganadería extensiva,
- desecación de ciénagas para ampliación de áreas de pastos y para limitar acceso de usuarios de estos biotopos
- pesca con artes sobre-eficientes (trasmallos de ojo pequeño), durante la estación seca, cuando ocurren las migraciones reproductivas,
- navegación en pequeñas embarcaciones de motor de altas revoluciones,
- actividades de construcción vial y transporte terrestre,
- agropecuarias,
- de desarrollo urbano en Barrancabermeja y Puerto Berrío y
- prospección y explotación de gas y petróleo

Procesos no planificados ni controlados por Cormagdalena como entidad propietaria del POEM. Sin embargo, estas ocurren o crecen como consecuencia del mejoramiento de la navegación. Podrían ser inducidas por otro tipo de emprendimientos en la región v. gr., desarrollo urbano o agroindustrial, minero, etc.

Los posibles contaminantes tóxicos hacen referencia al uso y almacenamiento de pequeñas cantidades de sustancias tóxicas de uso normal en talleres, campamentos, oficinas u otras instalaciones industriales tales como combustibles, disolventes, pigmentos, desinfectantes, lubricantes, refrigerantes, etc.

El PMA sólo contempla las contingencias ambientales asociadas al POEM -v. gr., derrame de combustibles por impacto de una embarcación contra un revestimiento de enrocado, con señalización deficiente- de aquellas originadas por otras causas no relacionadas con el POEM para las cuales existen (o deben existir) otros esquemas de manejo, v. gr., caída al agua de un contenedor con sustancias tóxicas o vandalismo y piratería de embarcaciones.

### Aspectos sobresalientes del balance

En la matriz del balance oferta - demanda se pueden considerar dos grandes bloques de interacciones: las del POEM con los elementos naturales (sistemas físico y biótico) y aquellas con los elementos del sistema antrópico. Coincidentalmente se plantearon 23 elementos en cada bloque, lo cual simplifica las comparaciones.

La gran mayoría de las consecuencias previstas del POEM tienen lugar en un marco regional de transformaciones antecedentes muy grande. Todos los efectos identificados tienen causas concurrentes ya sean regionales o extraregionales. Incluso las escasas instancias de cambios exclusivos del POEM, ocurren en un contexto de transformaciones antecedentes (e. g., véase ficha 15.)

Para 10 de los 46 elementos susceptibles de alteración, el POEM no parece ejercer demandas concurrentes, aunque los niveles de transformación antecedente sean grandes y vigentes. En el sistema físico se presentan 3 de ellos, 5 en el biótico y sólo 1 en el antrópico.

El único efecto exclusivo del POEM en el medio físico, recae sobre la dinámica fluvial -no es fortuito, pues el manejo localizado de

la dinámica fluvial en estiaje es el objetivo del proyecto, véase ficha 07. En el sistema biótico se presentan 4 cambios exclusivos, uno de los cuales -la formación de hábitats de fondos rocosos, escasos en la región del Magdalena Medio- estrictamente no es deletéreo e incluso puede ser positivo. La gran mayoría de las consecuencias exclusivas -10 de 15- ocurren en el sistema antrópico y están relacionadas con las limitaciones del acceso a recursos y con expectativas negativas sobre su persistencia.

## Enfoque para el diseño del plan de manejo ambiental

La afirmación del párrafo anterior es válida también para otros efectos en el medio antrópico: la mayoría de las causas se asocian a expectativas positivas -de percibir beneficios durante la fase de obras del POEM- y negativas -de daños a los recursos o impedimentos para su perdurabilidad o limitaciones en su acceso, principalmente en la fase de obras. Estas expectativas ocurren incluso desde la etapa de *actividades preliminares*, es decir antes de que el POEM inicie formalmente trabajos en un sector. En ocasiones las razones argumentadas para sustentar las expectativas pueden ser infundadas pero los temores o las esperanzas siguen siendo reales.

Esta compleja situación se constituye en el meollo de la problemática ambiental a manejar. Para ello, el PMA debe concentrarse en las siguientes estrategias:

- minimizar la generación de expectativas tanto positivas como negativas
- evitar hasta donde sea posible el pago de subsidios y compensaciones, como mecanismo para obtener permisos o aprobación ciudadana de componentes o actividades particulares del proyecto
- garantizar que los pagos y compensaciones del POEM a la comunidad correspondan a mejoras inequívocas del proyecto; de otra forma serían subsidios o dádivas a la población y como tales deben disuadirse
- propiciar convenios o contratos que beneficien a la comunidad como un todo y no a individuos particulares
- en los compromisos con la comunidad, favorecer los pagos en especie, acordados previamente (valor, oportunidad, especie...)

La construcción de obradores y su operación generan conflictos ambientales, especialmente en el sistema antrópico como consecuencia de las expectativas de la población y del contacto entre ésta y el personal de obra. Las estrategias recomendadas para el manejo de estas situaciones son:

- reglamentar y supervisar el comportamiento del personal de obra residente y transeunte, en los sitios de obra, en los campamentos y demás obradores y en el vecindario
- desestimular el contacto y la camaradería entre el personal de obra y la población local, especialmente juvenil e infantil, en las inmediaciones de los sitios de obra, incluyendo los campamentos y de más obradores
- minimizar el tamaño de los obradores
- ubicar los obradores alejados de los centros nucleados, en especial de las escuelas

Es posible atender las dos últimas estrategias habilitando barcazas con contenedores en los sitios de obra para ubicación de talleres, cascos, campamento, oficinas y almacenes. Así se limitarían el número y tamaño de los obradores terrestres, restringiéndolos a: las servidumbres de acceso o vías de servicio temporales, los patios de acopio de materiales que no puedan almacenarse en barcazas y que se requieren cerca de los sitios de obra y algún tipo de estructura terrestre para facilitar los movimientos de carga hacia y desde las barcazas. Además de su conveniencia por las razones expuestas, los obradores flotantes facilitarían el suministro de energía, agua potable y el almacenamiento y manejo de residuos líquidos y sólidos. Estas ventajas ambientales adicionales pueden incluso conllevar costos menores que los obradores tradicionales en tierra.

Cuadro 16a. Balance oferta/demanda ambiental del POEM, sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña

actividad o proceso causante de deterioro → sistema:componente:elemento susceptible de alteración ↓		1 preliminares				2 obras POEM								3 cierre obras				4 comunes				5[6 externos			7 fase servicio					
		1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	2i	2j	2k	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d	4e	5a	6a	6b	7a	7b
abiótico	aire			01	01 01 01 01												01													
	microclima y mesoclima	Status actual innatural; Δs futuros en MM disociados del POEM <sup>1</sup>																												
	agua			02									02																	
	substancias inertes			02									02																	
	materiales biodegradables																03 04				04			03						
	substancias tóxicas								05				05 05 05				06 06				05 06			06 06 05						
	substancias radiactivas	Status actual desconocido, Δs futuros en MM disociados del POEM <sup>2</sup>																												
	Δs en condiciones físico-químicas	Tramo modificado, Δs futuros en MM disociados del POEM <sup>3</sup>																												
	dinámica fluvial y red de drenaje				07				07				07 07 07											07						
	suelo			08					08 08 08												08			08						
erosión			09					09												09										
modelado del terreno / pendientes			10													10 10				10			10							
compactación, profundidad																11 11				11			11							
contaminación Δs físico-químicos																11 11				11			11							

<sup>1</sup> El reemplazo de bosques (coberturas de dosel cerrado, retenedoras de agua) por pastizales y la desecación permanente de ciénagas, eliminan el efecto atemperante que sobre el micro- y mesoclima ejercen estos biotopos. El mayor calor específico del agua, comparado con el del suelo, hace que bosques y masas de agua se enfrien y calienten más lentamente que otros biotopos. Por otra parte, el incremento de suelos desnudos, i. e., sin vegetación aumenta el albedo (o resolana, % de radiación incidente reflejada por la superficie) lo cual se traduce en el incremento de la sensación térmica sobre la superficie, tal como se percibe en los playones y bancos arenosos fluviales.

<sup>2</sup> Isótopos radiactivos pueden encontrarse en hidrocarburos y agua freática a ellos asociada. No hay reportes acerca de su presencia en aguas, sedimentos u organismos del río Magdalena. La presencia de isótopos de v. gr., Cs, Co, Pu, Sr, depende de la existencia de fuentes nucleares, desconocidas en la cuenca. Elementos como el <sup>137</sup>Ce se fijan a arcillas de suelos y sedimentos, pueden pasar en la dieta a peces y crustáceos o ser liberados de los sedimentos en procesos de mezcla en condi-

ciones reductoras (Margalef, 1983). IDEAM (2006), no muestreó estos elementos ni detectó hidrocarburos (grasas y aceites) en el tramo del POEM. Ocesa – Ecotest (1997), citado por Ramírez & Viña (1998), reporta hidrocarburos, aceites y grasas en los afluentes quebrada Malena y río San Bartolomé, pero no elementos radiactivos.

<sup>3</sup> Regimenes actuales de T°C, conductividad, pH, OD, etc., en el sistema río-planicie fluvial, están modificados por procesos exógenos y endógenos, e. g., desecación de ciénagas y pantanos, deforestación de márgenes del río. Descargas puntuales de caudales modificados por procesos industriales, v. gr., aguas de ciclo de refrigeración de centrales termoeléctricas de Barrancabermeja (en la ciudad homónima) y de Termocentro en Puerto Olaya (corregimiento de Cimitarra). POEM no tiene incidencia sobre causas de cambios en este componente; las obras no deben obstruir las bocanas sobre el río de caños de complejos cenagosos.

**Convenciones**

exclusivos, i. e., sin causas concurrentes ni regionales ni exógenas	00	con causas regionales concurrentes	00
con causas exógenas (extra-regionales) concurrentes	00	antecedentes regionales o exógenos no concurrentes	aaaaa
<b>1 preliminares</b>	<b>2 obras POEM</b>	<b>3 cierre obras</b>	<b>4 comunes</b>
1a revisión diseños	2a señalización+balizaje	2g excavación bajo agua	4a maquinaria terrestre
1b instalación contratistas	2b adecuación sitio obra	2h instalación recebo	4b maquinaria acuática
1c contratación local	2c desmonte+limpieza	2i instalación enrocado	4c transporte terrestre
1d construcción obradores	2d descapote	2j dragado de inducción	4d transporte fluvial
	2e excavación manual	2k relleno geotubos	4e utilización campamentos
	2f excavación en seco		
		3a estructuras portuarias	5a canteras
		3b señalización+balizaje	6a inmigración
		3c desmonte obradores	6b expansión agro
		3d retiro contratistas	7a mantenimiento
			7b contingencias ambientales
			7c navegación
			7d ciclo virtuoso

Cuadro 16a. Balance oferta/demanda ambiental del POEM, sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña

actividad o proceso causante de deterioro → sistema:componente:elemento susceptible de alteración ↓		1 preliminares				2 obras POEM								3 cierre obras				4 comunes					5 6 externos			7 fase servicio				
		1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	2i	2j	2k	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d	4e	5a	6a	6b	7a	7b
biótico	diversidad	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	riqueza de especies	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	uniformidad	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	status de especies amenazadas	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	status de taxa indicadores	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
valor ecológico	desplazamiento spp: competencia	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	desplazamiento spp: depredación	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
estabilidad	Δs diversidad / singularidad hábitats	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	alteración de procesos naturales	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	desplazamiento spp: barreras	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
estabilidad	status (destrucción/fragmentación) hábitats	As en curso en Magdalena Medio disociados de actividades y procesos POEM[6]																												
	grado reversibilidad de antropización	As de status de este atributo en Magdalena Medio no serán afectados por POEM [11]																												

4 Neotrópicos, 1996, estableció 4 causas de alteración del componente riqueza, de la diversidad  $\alpha$ : (i) fragmentación de hábitats a escala regional por contaminación (e. g., salinización de suelos) o inhabilitación (e. g., fuegos extensos y recurrentes), (ii) desplazamiento ecológico de especies por competencia o depredación (iii) sobre-extracción selectiva para aprovechamiento (e. g., pesca, aserrijo) o manejo (uso extensivo de biocidas), (iv) destrucción masiva permanente de un hábitat, v. gr., en minería a gran escala. Todos estos factores concurren en el Magdalena Medio en la actualidad; ninguno está asociado a actividades del POEM.

5 Obras POEM básicamente en (i) orillares, alterados por deforestación y erosión, (ii) islas (cultivos, potreros) y (iii) lecho cambiante por dinámica fluvial (erosión y depósito). Las obras POEM no alteran -ni reducen ni fragmentan- biotopos importantes como sitios de refugio y alimentación de fauna existente, e. g., albardones de caños, playones y ciénagas, relictos de bosque entre colinas y en taludes de terrazas. Las obras (i) aumentan duración intra-anual de playones secos y brazos semisecos, (ii) incrementan área para aves migratorias y residentes (iii) concentran flujo de agua y peces en época de sequía, facilitando así la pesca de subienda. En aguas altas las estructuras constituyen refugio, áreas de anidación, alimento (perfiton, trampas de lodos) para peces.

6 Los comentarios de la nota anterior sobre cambios en el status de especies amenazadas son también pertinentes para las especies indicadoras. Éstas son especies de plantas o animales asociadas a características particulares de un hábitat en el cual se especializan y por tanto se emplean en las evaluaciones ecológicas para evidenciar las condiciones del medio.

7 De acuerdo con la teoría de biogeografía insular, las tasas interactivas de extinción de especies  $\mu_s$  en una isla-habitat (hábitat aislado de otros análogos con los cuales intercambia especies) son ma-

yores que las no interactivas y por ende el número de especies en equilibrio  $S$  y el tiempo necesario para alcanzarlo  $t$ , son menores; i. e., la biodiversidad- $\alpha$  es menor. Las especies menos competitivas son desplazadas y se impide o dificulta la colonización. La situación del Magdalena Medio es más crítica puesto que se trata de especies introducidas ya sean domésticas, ruderales o arvenses. Véase, v. gr.: Reitz y Trumble, 2002; IPC-1995-2006; Lovich, 1996

8 De acuerdo con la teoría de biogeografía insular, el número de especies en equilibrio  $S$  es menor si hay interferencias entre especies, i. e., si hay exclusión de unas especies por otras, la curva de extinción no es lineal sino exponencial (Wilson, 1969). Esta situación ocurre en casos de exclusión competitiva, p. ej., desplazamiento de herbívoros silvestres por ganados y cuando las tasas de depredación son altas, p. ej., en hábitats objeto de extracción antrópica selectiva de especies de plantas o animales. Nótese que lo importante aquí es el fenómeno ecológico: extinción local o regional por depredación. El destino económico de la extracción selectiva es irrelevante, puede ser para auto-consumo, como es el caso de la pesca de subsistencia, predominante en el Magdalena Medio o para comercio nacional o internacional, como ocurrió con las babillas y caimanes, cazadas por sus pieles o para control y manejo de la producción, v. gr., la aplicación de biocidas para erradicar cultivos ilícitos, en este caso, el biocida es el depredador.

9 Prácticamente todos los biotopos asociados a la zona de influencia directa de las obras del POEM se encuentran en estado modificado, alterado o deteriorado por diversas causas recurrentes e interferencias con los procesos de reversión por colonización y sucesión natural. Las obras del POEM exigen acople a la fluvio-dinámica natural y consecuentemente no retardan el grado de reversibilidad de los procesos, aunque tampoco parecen contribuir a ellos.

**Convenciones**

exclusivos, i. e., sin causas concurrentes ni regionales ni exógenas	00	con causas regionales concurrentes														00											
con causas exógenas (extra-regionales) concurrentes	00	antecedentes regionales o exógenos no concurrentes														aaaaa											
<b>1 preliminares</b>	<b>2 obras POEM</b>								<b>3 cierre obras</b>				<b>4 comunes</b>					<b>5 6 externos</b>			<b>7 fase servicio</b>						
1a revisión diseños	2a señalización+balizaje	2g excavación bajo agua	3a estructuras portuarias	4a maquinaria terrestre	5a canteras	7a mantenimiento																					
1b instalación contratistas	2b adecuación sitio obra	2h instalación recebo	3b señalización+balizaje	4b maquinaria acuática	6a inmigración	7b contingencias ambientales																					
1c contratación local	2c desmonte+limpieza	2i instalación enrocado	3c desmonte obradores	4c transporte terrestre	6b expansión agro	7c navegación																					
1d construcción obradores	2d descapote	2j dragado de inducción	3d retiro contratistas	4d transporte fluvial			7d ciclo virtuoso																				
	2e excavación manual	2k relleno geotubos			4e utilización campamentos																						
	2f excavación en seco																										

Cuadro 16a. Balance oferta/demanda ambiental del POEM, sector I. Puerto Berrío - Vuelta Acuña

actividad o proceso causante de deterioro → sistema:componente:elemento susceptible de alteración ↓		1 preliminares				2 obras POEM								3 cierre obras				4 comunes					5 6 externos			7 fase servicio						
		1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	2i	2j	2k	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d	4e	5a	6a	6b	7a	7b	7c	7d
recursos	bosques y vida silvestre (explotación)	18				18	18									18									18							
	agua y recursos hidrobiológicos (explotación)							19								19	19	19				19					19			19	19	19
salud y bienestar	suelo/subsuelo (explotación)				20																				20		20					20
	patrimonio arqueológico (potencial/importancia)								21	21	21								21						21		21					
infraestructura - marco físico de soporte social	riesgos (morbilidad y mortalidad)	22																			22	22	22	22	22			22			22	22
	ruido y olores (entorno, paisaje)	23																			23	23	23	23	23						23	23
	enfermedades	24																						24		24						
antropico	vías (terrestres, acuáticas)				25	25	25								25	25	25	25	25											25		
	espacio público (reducción, limitación)																						26						26	26		
estructura - organización e instituciones económicas	servicios públicos																															
	edificaciones permanentes					posibles Δs de status de este atributo en Magdalena Medio disociados del POEM [12]																										
superestructura - valores culturales y organización social	transporte y movilidad				28																28	28	28	28							28	28
	costo de vida y autosuficiencia																															
estructura - valores culturales y organización social	usos del suelo (Δs desordenados indeseables)				30																											
	tenencia de la tierra (expectativas y posesiones)	30	30														30															
superestructura - valores culturales y organización social	valor de la tierra (especulación)	30	30														30															
	estructura familiar (valores/costumbres)	31	31	31																					31							
superestructura - valores culturales y organización social	satisfacción (alterada por expectativas)	32	32	32																32	32											
	arraigo (rechazo al desplazamiento)																															
superestructura - valores culturales y organización social	movilidad poblacional (in- / emigración)	35	35	35																												
	manifestaciones culturales (divergencias)	36	36																					36								
superestructura - valores culturales y organización social	derechos y seguridad	37	37	37																				37								
	territorialidad (alteración del paisaje)							38	38	38										38	38	38										

<sup>10</sup> En la actualidad se pueden apreciar deterioros en edificios públicos en algunas localidades del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja, v. gr.:  
- la iglesia de San Rafael de Chucurí, posiblemente generado por erosión del talud de la terraza sobre la cual está construida

- el estribo oriental del puente Puerto Berrío - Puerto Olaya que afecta posiblemente las construcciones aledañas  
Sin embargo, el efecto de las obras del POEM será más como retardador de estos fenómenos, habida cuenta del incremento de la resistencia a la erosión que los revestimientos de orillares tendrán.

**Convenciones**

exclusivos, i. e., sin causas concurrentes ni regionales ni exógenas	00	con causas regionales concurrentes	00
con causas exógenas (extra-regionales) concurrentes	00	antecedentes regionales o exógenos no concurrentes	aaaaa
<b>1 preliminares</b>	<b>2 obras POEM</b>	<b>3 cierre obras</b>	<b>4 comunes</b>
1a revisión diseños	2a señalización+balizaje	2g excavación bajo agua	4a maquinaria terrestre
1b instalación contratistas	2b adecuación sitio obra	2h instalación recebo	4b maquinaria acuática
1c contratación local	2c desmonte+limpieza	2i instalación enrocado	β
1d construcción obradores	2d descapote	2j dragado de inducción	4d transporte fluvial
	2e excavación manual	2k relleno geotubos	4e utilización campamentos
	2f excavación en seco		
			<b>5 6 externos</b>
			5a canteras
			6a inmigración
			6b expansión agro
			<b>7 fase servicio</b>
			7a mantenimiento
			7b contingencias ambientales
			7c navegación
			7d ciclo virtuoso

## POEM ficha de evaluación ambiental

01

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente	elemento						
abiótico	aire	gases y material particulado						
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d. construcción de obradores</li> <li>- 2c. desmonte y limpieza</li> <li>- 2d. descapote</li> <li>- 2e. excavación manual</li> <li>- 2f. excavación en seco</li> <li>- 5a. explotación de canteras existentes o nuevas, esta última también en fase de servicios si se requieren materiales para reparar obras</li> </ul>							
efecto	exposición al viento, de suelo desnudo y consecuente <u>aumento de la concentración de partículas en el aire</u> ; derivado de la preparación de terrenos (desmonte, limpieza y descapote) para diversas obras							
magnitud oferta vs. demanda	<u>negligible</u> , comparado con la situación regional antecedente esperada: - la preparación ocurre en la época de vientos y los terrenos - pastizales principalmente- están muy secos y los suelos expuestos - las áreas a ser preparadas para obradores y anclajes en tierra son muy pequeñas, decenas a cientos de m <sup>2</sup> a lo sumo							
probabilidad de ocurrencia	<u>cierta o casi cierta</u> , dadas la necesidad de preparar terrenos y las condiciones climáticas esperadas, según cronograma de obras							
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida, horas</u> , suelo desnudo al terminar el descapote o antes si la vegetación predominante es herbácea de bajo porte							
duración del efecto	<u>corta, días a semanas</u> , suelo expuesto es rápidamente cubierto por estructuras permanentes o transitorias							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	- requerimiento de terrenos adecuados precluye prevención; <u>mitigación</u> mediante aplicación de <u>normas</u> para minimizar tiempos de exposición al viento de suelos desnudos- manejo en canteras no hace parte de PMA del POEM							
información complementaria								
medidas adicionales								



## POEM ficha de evaluación ambiental

02

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
abiótico	agua					substancias inertes		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 1d. construcción de obradores - 3c. limpieza y desmantelamiento de obradores							
efecto	<u>aumento de concentración de sólidos en aguas de pequeños cursos o depósitos, utilizados como fuente potable, para consumo doméstico o para el ganado</u> , por escorrentía de lluvias o drenaje de áreas expuestas para construcción de obradores o por su desmantelamiento. No se contempla este efecto en río Magdalena ni en red vial pública ni en áreas de canteras, por ser ínfimo e indistinguible de condiciones antecedentes.							
magnitud oferta vs. demanda	<u>variable pero grande. f área expuesta, pendiente del talud e intensidad de lluvias</u> ; cursos o depósitos pequeños pueden alterarse por pequeñas cantidades de sedimentos							
probabilidad de ocurrencia	<u>baja</u> , obras preliminares se desarrollan en estación seca							
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida, minutos a horas</u> , un aguacero fuerte sobre un talud expuesto puede arrastrar grandes cantidades de sedimentos en pocos minutos							
duración del efecto	<u>corta, días a semanas</u> , suelo expuesto es rápidamente cubierto por estructuras permanentes o transitorias							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>medidas preventivas</u> : - ubicar sitios de obradores alejados y pendiente abajo de cursos o depósitos de agua que sean de interés de la población - dotar las áreas de obradores de obras de arte para conducir aguas lluvias lejos de cursos y depósitos de agua <u>mitigación</u> - aplicación de normas para propiciar eficiencia -v. gr., utilización rápida de terrenos preparados- y minimizar períodos de exposición de suelos							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

03

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
abiótico	agua					materiales biodegradables		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2j. dragados de inducción</li> <li>- 2k. dragados para relleno de geotubos (no en sector I)</li> <li>- 4d. transporte fluvial</li> <li>- 7c. expansión de navegación</li> </ul>							
efecto	resuspensión o liberación en río de mezcla de aguas y sedimentos con altos contenidos de materia orgánica (MO) previamente inmovilizada en depósitos profundos ( $z > 0,5$ m), ya sea por dragado o por turbulencia inducida por hélices de motores de embarcaciones							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>media a alta</u> DBO5 de sedimentos > DBO5 de aguas corrientes aún en estiaje DBO = $f$ [granulometría de sedimentos]; mayor en limos que en arenas.							
probabilidad de ocurrencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>alta según causas</u></li> <li>- <math>f</math> ubicación y tamaño de depósitos de sedimentos ricos en MO</li> </ul>							
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida, minutos a horas</u> , resuspensión de sedimentos ricos en MO es inmediata							
duración del efecto	<u>mínima para dragados</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- normas / especificaciones para eliminación de sedimentos (sitios, formas de depósitos, sustratos, cubiertas, señalización...),</li> <li>- normas para operación de embarcaciones (velocidades, maniobras de arribo a puertos, prelacones de vía, distancias de aproximaciones de motocanoas, chalupas, remolcadores, etc.).</li> </ul>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- distribución espacial de sedimentos ricos en MO</li> <li>- Demanda béntica de oxígeno de diferentes tipos de sedimentos</li> <li>- tasas de aporte de MO por tributarios, caños de sistemas cenagosos, descargas de aguas servidas urbanas y transporte de larga distancia</li> </ul> Ver información complementaria en ficha 5							
información complementaria	- disposición de materiales dragados en <i>bajos desecados</i> por efecto de diques direccionales o en <i>islas permanentes</i> , equivale a inducir formación de biotopos anfibios o terrestres, respectivamente. Requiere seguimiento y documentación de ensayos piloto. Ver información en ficha 5.							
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

04

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente		elemento					
abiótico	agua		materiales biodegradables					
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4a utilización/operación maquinaria en tierra</li> <li>- 4b utilización/operación maquinaria en agua</li> <li>- 4e. administración y utilización de campamentos</li> <li>- 6a. inmigración de población oportunista</li> </ul>							
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- contaminación con materiales biodegradables y tóxicos (metales pesados, compuestos orgánicos persistentes...) del río o de pequeños cursos o depósitos, utilizados como fuente potable, para consumo doméstico o para el ganado, por descarga accidental o negligente de:</li> <li>- aguas cloacales de campamentos y asentamientos de inmigrantes</li> <li>- aguas servidas de otros obradores (mantenimiento de maquinaria y vehículos)</li> <li>- lixiviados de basuras y otros desechos sólidos acumulados en tierra, pendiente arriba o en embarcaciones y arrojadas directamente al río</li> </ul>							
magnitud oferta vs. demanda	<u>media a alta, para cursos menores y depósitos. f de tamaño de descargas y de caudales de dilución:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\Sigma</math> personas en sitio de obra (alojada en campamentos, no residentes, inmigrantes...)</li> <li>- <math>\Sigma</math> potencia de motores en obra (vehículos, embarcaciones, máquinas)</li> </ul> <u>ínfima a pequeña para río, efecto puntual &lt; condiciones antecedentes</u>							
probabilidad de ocurrencia	<u>baja a media</u> , aunque las causas son inevitables, se dispone de tecnología idónea para manejo de aguas servidas y desechos sólidos y se cuenta con praxis de su utilización por contratistas en obras en áreas rurales							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida</u> , manejo inadecuado de aguas servidas y basuras produce alteración inmediata de la calidad del agua							
duración del efecto	- <u>corta a muy corta</u> en f de caudal de descarga y recurrencia vs. caudal del curso o volumen del depósito receptor - <u>efecto es persistente durante fase de obras</u>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>preventivo en obras</u>: especificaciones y normas ambientales de manejo de desechos líquidos y sólidos y de sustancias contaminantes en sitios de obra</li> <li>- <u>mitigable en caso de población inmigrante oportunista</u> mediante campañas de educación ambiental, asistencia técnica para diseño e implementación de soluciones adecuadas</li> </ul>							
información complementaria	especificaciones ambientales para ubicación de campamentos y otros obradores (v. gr., depósitos de combustibles y lubricantes)							
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

05

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
abiótico	aguas					materiales tóxicos			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2g. excavaciones bajo agua</li> <li>- 2j. dragados de inducción</li> <li>- 2k. dragados para relleno de geotubos (no en sector I)</li> <li>- 3a. construcción estructuras portuarias</li> <li>- 4d. transporte fluvial</li> <li>- 7a. mantenimiento obras, dragados</li> <li>- 7c. expansión de navegación</li> </ul>								
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resuspensión o liberación en río, de mezcla de aguas y sedimentos con concentraciones variables de contaminantes tóxicos, metales pesados (Hg, Cr, Cd, etc.) y de compuestos orgánicos persistentes (compuestos organoclorados, fenoles, hidrocarburos) previamente inmovilizados con MO en depósitos profundos (<math>z &gt; 0,5</math> m), ya sea por dragado o por turbulencia inducida por hélices de motores de embarcaciones. Ver ficha 3.</li> <li>- contaminantes en sedimentos provienen de fuentes puntuales (e. g., descargas de ciudades o industrias) o difusas (e. g., escorrentía de áreas agrícolas sujetas a aplicación de biocidas y agroquímicos) en la cuenca inmediata y superior al sitio de perturbación por dragado o turbulencia; transporte puede ser de corta y larga distancia</li> </ul>								
magnitud oferta vs. demanda	<p><u>media a alta</u></p> <p>el lecho fluvial actual y antiguo es un sumidero o trampa de sedimentos (una vez incorporados al lecho, los sedimentos tienden a permanecer inmovilizados por largos periodos, del orden de magnitud de decenas a centenas de años, más largos cuanto más antiguos sean los depósitos):-[K]contaminantes en sedimentos &gt;&gt; [K]contaminantes en aguas superficiales aún en estiaje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la mayoría de los contaminantes ingresarán y permanecerán en el agua en fase sólida, adheridos a partículas finas de materia orgánica, arcillas y limos (sólidos suspendidos), en forma de sales orgánicas, principalmente quelatos de transición, por acción de agentes como el EDTA -ácido etilendiaminotetracético- {HOOC CH<sub>2</sub>2N(CH<sub>2</sub>)2N(CH<sub>2</sub>COOH)<sub>2</sub> que posee afinidad por iones metálicos</li> <li>- algunos pocos en fase líquida (sólidos disueltos), como iones de sales orgánicas: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Cl<sup>-</sup>, S<sup>=</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, NO<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>=</sup></li> </ul>								
probabilidad de ocurrencia	<u>alta - cierta</u> , resuspensión de sedimentos y contaminantes es inevitable, aunque concentraciones de contaminantes pueden ser bajas								
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida, segundos</u> , paso desde sedimentos al agua ocurre en forma inmediata a la perturbación -ya sea esta dragado o turbulencia.								
duración del efecto	<u>corta a muy corta, minutos a horas</u> , los sedimentos resuspendidos no permanecen en el agua por mucho tiempo, velocidad de decantación depende del tamaño de las partículas;- la resuspensión por turbulencia es recurrente Σ efecto puede ser prolongado si Kcontaminantes en sedimentos es alta y estos son polares y se disuelven fácilmente en el agua.								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	- resuspensión por dragados, sólo compensatoria; residentes del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja rechazan disposición de material dragado en el río y recomiendan utilización en rellenos en islas o tierra firme- resuspensión por navegación implica mitigación mediante normas de tipos de hélices, velocidades de tránsito en áreas susceptibles; esto último por fuera del alcance de este estudio								
información complementaria	- mapa de tipos de fondos en cercanías de áreas a dragar								
medidas adicionales	- demanda béntica de oxígeno (BenOD) para diversos tipos de sedimentos								
	- acordar con vecinos de áreas a dragar posibilidades de disposición en islas o tierra firme y cantidades								

## POEM ficha de evaluación ambiental

06

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
abiótico	agua					contaminantes tóxicos		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4a. utilización/operación de maquinaria en tierra</li> <li>- 4b. utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4e. administración y utilización de campamentos</li> <li>- 5a. explotación de canteras existentes o nuevas</li> <li>- 6a. inmigración de población oportunista</li> <li>- 6b. expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> </ul>							
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descarga accidental o negligente de sustancias tóxicas asociadas a o derivadas de desechos domésticos o industriales</li> <li>- escorrentía contaminada proveniente de áreas con uso indiscriminado de biocidas y de sustancias químicas en labores agropecuarias</li> </ul>							
magnitud oferta vs. demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>mínima a pequeña</u> si descarga es a río Magdalena o uno de sus afluentes (San Bartolomé, Carare, Opón...)</li> <li>- incrementos de contaminantes en escorrentía, derivados de expansión de actividades agropecuarias son <u>ínfimos</u>, dada la exigua población inmigrante esperada</li> </ul>							
probabilidad de ocurrencia	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>baja a media</u> en función de patrones de comportamiento de personal in situ, generalmente descuidado e indiferente y <u>muy baja a baja</u> en función de escasa afluencia de población oportunista esperada y dificultades para establecer nuevos emprendimientos y asentamientos</li> </ul>							
velocidad de ocurrencia	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>lenta (semanas) a mediana (días)</u> en función de solubilidad acuosa de contaminantes y grado de aislamiento de punto de descarga y corriente fluvial</li> </ul>							
duración del efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>mediana (semanas) a larga (meses)</u> por tratarse de contaminantes persistentes</li> <li>- causas son recurrentes durante duración de obras en una localidad dada</li> </ul>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prevención mediante normas de comportamiento de personal in situ y de manejo de insumos y desechos</li> <li>- en caso de asentamientos y emprendimientos oportunistas, control está por fuera de Cormagdalena</li> </ul>							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

07

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
abiótico	agua					dinámica fluvial y red de drenaje		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2b: adecuación de sitio de obra, remoción empalizadas</li> <li>- 2g: excavaciones bajo agua</li> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 2j: dragados de inducción</li> <li>- 2k: dragados para relleno de geotubos (no en sector I)</li> <li>- 7a: mantenimiento de obras y dragados</li> </ul>							
efecto	<p><math>\Delta s</math> en área (aumento), <math>z'</math>, <i>profundidad media</i> menor y persistencia de condiciones de <i>sequía prolongada</i> de biotopos anfibios y acuáticos, durante el estiaje, como consecuencia de modificaciones en parámetros que definen el <i>factor de forma</i>, en sectores con obras.</p> <p><math>A R^{2/3} = nQ/S^{1/2}</math> donde:</p> <p><math>A</math> = sección transversal del río (<math>m^2</math>)  <math>R</math> = radio hidráulico (área/perímetro húmedos), m  <math>n</math> = <i>coeficiente de rugosidad de Manning</i>, varía entre ca. 0,01 (paredes lisas adoquinadas) - <math>\approx 0,20</math> (paredes naturales franco-arcillosas con vegetación arbórea); <math>f</math> (materiales de las paredes del canal)  <math>Q</math> = caudal <math>m^3/s</math>  <math>S</math> pendiente del canal m/m</p> <p>Propósito de obras de POEM es justamente modificar, <i>para caudales de estiaje</i>, los valores <math>A</math> y <math>R</math> del <i>factor de forma</i>. Los revestimientos longitudinales del canal modifican además el valor de <math>n</math>. La significancia de estos parámetros para el diseño de las obras se pueden ver en el artículo <i>conductividad hidráulica</i> de este informe.</p>							
magnitud oferta vs. demanda	<u>pequeña a media</u> : - modificaciones están restringidas a condiciones de estiaje							
probabilidad de ocurrencia	- dimensiones ex post POEM yacen dentro de rangos de variación natural del tramo							
velocidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , cambios en $A$ , $R$ y su comportamiento temporal ocurrirán en los sitios de obra							
duración del efecto	<u>mediana a lenta</u> , $\Delta s$ en biotopos simultáneos con $\Delta s$ en canal navegable							
	<u>permanente y recurrente</u> , $\Delta s$ y funcionamiento de POEM son indistinguibles; funcionamiento restringido a periodo de estiaje cada año							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p>efecto crítico sólo en biotopos que actualmente reciben descargas de aguas cloacales o industriales con alto contenido de MO y DBO<sub>5</sub>. Posiblemente limitado a brazo del río desde silos IDEMA y aguas abajo a lo largo de barrios Colombia y Corales en Puerto Berrío, en donde descargan al menos 3 colectores de aguas cloacales. POT-Puerto Berrío y PGAR-CORANTIOQUIA no contemplan solución. Condiciones deletéreas de estiaje pueden ser exacerbadas por efecto de POEM.</p> <p><b>Recomendación:</b> DENARIO, proyecto piloto de depuración natural de aguas residuales mediante creación de <i>humedal artificial</i> -abajo de casco urbano y de plantas de tratamiento en ejecución- en áreas de bajos o ciénagas, para circulación <i>lenta</i> de aguas cloacales, como complemento a <i>Plan Maestro de Saneamiento y Vertimientos</i> en desarrollo desde 2003 por Municipio de Puerto Berrío y Aguas de Puerto S. A., con apoyo de CORANTIOQUIA y de CORMAGDALENA.</p> <p>Proyecto es facilitado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tamaño medio de población de Puerto Berrío</li> <li>- interés de población de pescadores y areneros en mejoramiento de condiciones del río</li> <li>- disponibilidad de terrenos</li> <li>- carácter <i>ecológico y ambiental</i> de solución puede implicar disponibilidad de fondos y asistencia técnica internacional mediante iniciativas tales como MDL, LIL, GEF, etc.</li> <li>- carácter demostrativo permite adopción de solución para manejo de aguas residuales en otras áreas del río (v. gr., Puerto Murillo, Barrancabermeja, Cantagallo, Simití, San Pablo, etc.)</li> </ul>							
información complementaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cuantificación y caracterización de aguas residuales de Puerto Berrío</li> <li>- disponibilidad y costos de terrenos bajos (e. g., ciénagas desecadas o extintas)</li> <li>- predimensiones de sistema y costos unitarios de tratamiento convencional para comparar</li> </ul>							
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

08

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
abiótico	suelo					erosión		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2d: descapote e =30 cm</li> <li>- 2e: excavación manual</li> <li>- 2f: excavaciones en seco</li> <li>- 5a: explotación de canteras</li> </ul>							
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>pérdida de suelo de islas permanentes o de biotopos anfibios o terrestres</u> causada por desestabilización de taludes, remoción de materiales y transporte hídrico o eólico</li> <li>- concurrente con procesos avanzados de erosión antropogénica asociada a deforestación, pisoteo de ganado y obras civiles en plano aluvial</li> <li>- revestimiento longitudinal de orillares tiene como propósito <u>reducir procesos de erosión actuales</u></li> </ul>							
magnitud oferta vs. demanda	<u>negligible a pequeña</u> , debido a tamaño reducido de obras en tierra firme y a deterioro general de biotopos terrestres próximos al río							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> ; pequeñas obras en tierra firme y movimientos de tierra en algunas islas perennes son componentes sine qua non del POEM							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida</u> , días ; erosión eólica o hídrica tan pronto suelo es expuesto; erosión pluvial sólo en temporada de lluvias							
duración del efecto	<u>corta a media, semanas a meses</u> durante estiajes en fase de obras; Δs debidos a POEM << Δs naturales ocasionados por crecientes							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	no amerita; no obstante se recomienda inclusión de procesos de erosión litoral en programa de seguimiento y monitoría							
información complementaria	cartografía diacrónica de áreas seleccionadas para seguimiento detallado							
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

09

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+		+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
abiótico	suelo					Δs modelado del terreno / pendientes			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	- 1d: construcciones de obradores - 2c: desmonte y limpieza - 2f: excavaciones en seco - 5a: explotación de canteras existentes o nuevas								
efecto	<u>cambios en el perfil topográfico de biotopos terrestres y anfibios (terrazas, orillares e islas permanentes)</u> , conlleva modificación del régimen de escorrentía								
magnitud oferta vs. demanda	<u>muy pequeña a pequeña</u> , cortes y movimientos de tierra requeridos por obras (anclajes, patios, campamentos...)								
probabilidad de ocurrencia	son del orden de magnitud de <i>decenas</i> a <i>centenas</i> de m <sup>2</sup> y de <i>miles</i> de m <sup>2</sup> en el caso de canteras								
velocidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , cortes y movimientos de tierra son componentes de las obras								
duración del efecto	<u>rápida</u> , Δs ocurren en forma inmediata								
	- <u>permanente</u> , dado el carácter permanente de las obras - Δs por obradores son <u>reversibles</u>								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>compensación</u> requerida si Δs afectan infraestructura (corrales, viviendas...) o inversiones privadas (cultivos, pastos mejorados...)								
información complementaria	<u>manual de inventarios y avalúos</u> , a ser acordado con comunidades afectadas								
medidas adicionales									



## POEM ficha de evaluación ambiental

10

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
abiótico	suelo					compactación / profundidad			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 4a: utilización/operación de maquinaria en tierra</li> <li>- 4c: transporte terrestre (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc.)</li> <li>- 5a: explotación de canteras existentes o nuevas</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> </ul>								
efecto	<u>pérdida de penetración radicular del suelo y capacidad de retención de agua por compactación</u> , causada por tránsito de maquinaria pesada, por adecuación de áreas para construcciones temporales y por pisoteo del ganado en caso de expansión de áreas agropecuarias								
magnitud oferta vs. demanda	<u>pequeña a media</u> : cientos a miles de m <sup>2</sup> /secto								
probabilidad de ocurrencia	duración de obras, tamaños de áreas y escaso uso de áreas terrestres, <u>precluyen cambios</u>								
velocidad de ocurrencia	<u>baja a media</u> , transporte de insumos y materiales desde uno o dos centros de acopio, accesibles desde el río, a sitios de obra será acuático; piedra de gran tamaño es principal insumo para obras; 8/10 canteras en Antioquia, margen izquierda, 2/10 en Santander ca. río Sogamoso, aguas abajo del POEM; red vial terrestre no llega a todos los sitios de obra; vías de servicio a construir serán mínimas (cientos de m lineales)								
duración del efecto	<u>lenta, meses</u> , manifestación de efecto requiere reiteración permanente de causa, unas pocas ocasiones esporádicas no son suficientes								
	<u>largo plazo a permanente</u> , daños a suelos afectados por compactación son difícilmente reversibles; se requiere inversión de tiempos y energía (subsoladores)								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>compensación</u> : compactación de suelos sólo será relevante en áreas adecuadas para POEM : patios de acopio, pisos de obradores, vías de servicio; del orden de magnitud de cientos a miles de m <sup>2</sup> por sector; estas áreas serán objeto de restauración								
información complementaria	plan debe definir: especies, fuentes de semillas y propágulos, manejo en viveros, participación ciudadana en programa...								
medidas adicionales									

## POEM ficha de evaluación ambiental

11

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
Abiótico	suelo					contaminación $\Delta$ s físico-químicos			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	- 2g: excavaciones bajo agua - 2j: dragados de inducción - 3c: limpieza, desmantelamiento de obradores - 4a: utilización/operación de maquinaria en tierra - 4c: transporte terrestre (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc.) - 4e: administración y utilización de campamentos - 5a: explotación de canteras existentes o nuevas								
efecto	contaminación del suelo o cambios en propiedades físico-químicas por disposición accidental o negligente de desechos tóxicos persistentes derivados de diversos procesos de las obras								
magnitud oferta vs. demanda	pequeña a media f [área expuesta, cantidad y tipo de contaminante]								
probabilidad de ocurrencia	pequeña a media f [sensibilidad y comportamiento personal del contratista]								
velocidad de ocurrencia	rápida, horas, para contaminantes en fase líquida; mediana a lenta, días a semanas para lixiviados de contaminantes sólidos								
duración del efecto	corta a media, semanas a meses ; restringido a período de obras								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	- normas de manejo de sustancias y residuos tóxicos o contaminantes, sólidos y líquidos (combustibles, lubricantes, desinfectantes, biocidas, basuras y desechos de talleres, etc.) - adecuar barcasas para alojar obradores (campamentos, almacenes, talleres y otros), a fin de minimizar ocupación de suelos en biotopos terrestres								
información complementaria									
medidas adicionales									

## POEM ficha de evaluación ambiental

12

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
biótico	diversidad					uniformidad de especies		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2c: desmonte y limpieza</li> <li>- 2d: descapote e =30 cm</li> <li>- 3a: construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> </ul>							
efecto	<u>reducción localizada y transitoria de componente <i>uniformidad</i> de biodiversidad de biotopos terrestres, anfibios y acuáticos</u> , alteraciones son básicamente de estructuras demográficas de spp generalistas. No ocurre fragmentación por destrucción regional de hábitats (v.gr., contaminación) ni por inhabilitación permanente (v.gr., por usos agropecuarios extensivos).							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>muy pequeña a pequeña</u> , dado el tamaño de las obras, el grado de alteración de las áreas circundantes y las tendencias actuales de incremento de deterioro							
probabilidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , ocupación del espacio y $\Delta$ uso hacen parte del POEM							
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida a rápida, días a semanas</u> , ocupación del espacio e iniciación de obras son casi inmediatas							
duración del efecto	<u>corto a medio, semanas a meses</u> , áreas perturbadas retornan rápidamente a condiciones típicas mediante procesos naturales de colonización, repoblamiento o sucesión							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>mitigación</u> :normas para minimizar daños a áreas con vegetación natural valiosa (selección de áreas, reducción de tamaños requeridos, almacenamiento de suelos y propágulos para reposición/restauración...) <u>compensación</u> :programa de restauración de áreas degradadas , aplicable a biotopos terrestres en y ca. áreas de obradores, estructuras terrestres visibles y áreas de compensación, según exigencias de normas ambientales vigentes; sitios y superficies no son definibles a priori							
información complementaria	Spp adecuadas para restauración, fuentes de semillas y propágulos, hábitats a restaurar, selección de terrenos adecuados							
medidas adicionales	involucrar población ribereña cercana a sitios de obra: maestros y alumnos de escuela secundaria; remuneración en especie, v. gr., libros, equipos y materiales para escuela, becas para visita guiada a entidad científica ecológica , e. g., Instituto de Ciencias Naturales de UN-Bogotá o Jardín Botánico-JAU-Medellín							

## POEM ficha de evaluación ambiental

13

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+		
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
biótico	valor ecológico					Δs diversidad-δ/singularidad hábitats		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 2g: excavaciones bajo agua - 2i: instalación de enrocados (diques direccionales) - 2j: dragados de inducción. Estas actividades operan <i>en conjunto</i> para generar efecto descrito; no se trata de <i>pluricausalidad</i> por acciones o procesos concurrentes.							
efecto	<u>formación de lechos y taludes rocosos, con alternación estacional de condición expuesta o sumergida</u> , derivados de la colocación de enrocados y de la profundización del canal. Los <i>substratos rocosos</i> , frecuentes en los tramos superiores del Magdalena, son muy escasos en el MM, en donde predominan los <i>fondos móviles</i> , desde lodos hasta arenas y gravas, estos últimos ca. bocas de tributarios, v. gr., a° Malena, río San Bartolomé. El único talud rocoso importante del tramo está ubicado en la margen izquierda a la altura de Vuelta Acuña, pero se trata de rocas sedimentarias, menos resistentes a la erosión que las que se colocarán con las obras del POEM. Estos nuevos hábitats pueden sustentar desarrollo de perifiton, alimento común de muchas spp de peces del Magdalena <sup>1</sup> (characidos, cíclidos y pequeños silúridos), pero no será un recurso de fácil aprovechamiento por lo estacional de su disponibilidad y por las altas corrientes que dificultan o limitan el ramoneo de los peces.							
magnitud oferta vs. demanda	<u>media a grande</u> substratos duros en taludes y lechos (hormigón o roca) son muy escasos, algunos pequeños muelles y estructuras (Batallón de Ingenieros Cajibío, El Aterrao...); mientras que el POEM generará ca. 15 km (lineales) de hábitat rocoso en el sector I Puerto Berrío - Vuelta Acuña							
probabilidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , son las obras del POEM propiamente							
velocidad de ocurrencia	<u>media, días a semanas</u> una vez colocados los enrocados y cubiertos por el agua de la primera creciente, se inicia un proceso de sucesión de la comunidad de perifiton. El <i>clímax</i> , puede alcanzarse en esa primera estación de aguas altas; sin embargo, un <i>disclímax</i> , impulsado por la abrasión recurrente de los sedimentos y la exposición estacional durante la sequía es más probable. Moreno B., L. F. 1989.							
duración del efecto	<u>prolongado a permanente, años a lustros</u> , depende de dinámica de procesos de agradación - degradación en los lechos rocosos. No se conocen antecedentes análogos para extrapolar							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	Eventual documentación de proceso de colonización y desarrollo de nueva comunidad en el biotopo artificial; véase además supervisión ambiental, fase de servicio							
información complementaria	Investigación documental sobre peces neotropicales, de ríos grandes, con planicie aluvial activa y fondos rocosos							
medidas adicionales								

<sup>1</sup> Aunque difícil precisar que sean sólo del río, los peces que se alimentan de perifiton son:

- tolomba o sardina (*Astyanax bimaculata*), además de algas filamentosas, come semillas, frutos, flores, insectos y moluscos
- bocachico (*Prochilodus magdalenae*), herbivoría durante migración; durante la ascendente no se alimenta, debe ser sólo durante la descendente. Referencias no son concluyentes; sin información en Fishbase ;Mojica & Álvarez-León (2002), dan a entender que se alimentan subiendo pero que la dieta es menos rica y el gasto energético alto por lo que se pierde peso.
- dorada (*Brycon moorei*), omnívora
- pataló o besote (*Icthyocephalus longirostris*), se dice que deja los labios marcados en los troncos donde raspa algas
- coroncoro (*Cochliodon hondae*), con aparato raspador propio de los loricaridos
- comelón (*Leporinus muyscorum*), anostomidae con labios similares al besote
- mojarra peñera (*Aequidens pulcher*), vegetación además de moluscos

Se afirma que las algas de raíces y troncos sumergidos son la base alimentaria de **Loricariidae, Anostomidae** y **Cichlidae**

## POEM ficha de evaluación ambiental

14

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
biótico	valor ecológico					Δs diversidad-δ/singularidad de hábitats		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 6b:expansión oportunista de explotaciones agropecuarias							
efecto	reemplazo de bosques y rastrojos viejos por pastos y áreas de cultivo							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>mínima a muy pequeña</u> , en función de la escasa población inmigrante esperada							
probabilidad de ocurrencia	<u>nula a muy pequeña</u> , producto de 2 probabilidades pequeñas: (i) $P_{inmigración\ oportunista}$ (ii) $P_{ciclo\ colonización}$							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida a mediana, días a semanas</u> , ciclo de colonización es elemento básico de economías de subsistencia de poblaciones migratorias							
duración del efecto	<u>perdurable a permanente</u> , rara vez se da abandono de áreas alteradas, a menos que ocurran <i>desplazamientos forzados</i> , como en PNN Paramillo, PNN Macarena u otras áreas de conservación con conflictos armados.							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>ninguna para Cormagdalena</u> , sólo las autoridades ambientales regionales (CAS o Corantioquia) o nacional (MAVDT) pueden intervenir; múltiples fuentes de variación dificultan análisis causal; por tanto no se recomienda adelantar monitoría							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

15

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+		
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
biótico	valor ecológico					alteración de procesos ecológicos naturales			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	actividad / proceso	colonización sucesión	migración	reproducción	alimentación				
	2b: adecuación de sitio de obra, remoción empalizadas	+	-	-	-				
	2g: excavaciones bajo agua	-	+	-	-				
	2i: instalación de enrocados (diques direccionales)	+	+	-	-				
	2j: dragados de inducción	+	-	-	-				
	2k: dragados para relleno de geotubos (no en sector I)	+	-	-	-				
	6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias	+	+	+	-				
	7a: mantenimiento de obras y dragados	+	+	-	-				
efecto	- <u>interferencia localizada, causada por manejo, de procesos de poblamiento de organismos -colonización y sucesión- e inhabilitación localizada de senderos de migración</u> , la dinámica fluvial natural conlleva avulsión y reactivación de cauces en períodos cortos (dentro de un año o de un año a otro), proceso a ser manejado por el POEM en algunos puntos críticos, mediante modificaciones, en estiaje, del <i>factor de forma</i> - <u>interferencia con otros procesos = mínima o inexistente</u> pequeña magnitud y baja probabilidad de ocurrencia de <b>6b</b> , excluyen necesidad de análisis separado								
magnitud oferta vs. demanda	<u>muy pequeña a pequeña</u> , obras son localizadas, $\Delta s$ inducidos por obras del POEM << varianza natural								
probabilidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , interferencias son resultado directo de actividades básicas del POEM								
velocidad de ocurrencia	<u>media a lenta, semanas a meses</u> , en función de época del año. Fenómenos susceptibles de interferencia son recurrentes y están circunscritos a ciertas épocas ya sea estiaje o creciente								
duración del efecto	<u>media a larga, meses años</u> , dinámica natural cicatriza en poco tiempo cambios inducidos (meses para macroinvertebrados, años para peces), en ausencia de refuerzo de cambio. - actividades de mantenimiento de obras del POEM no constituyen refuerzo								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>no se requiere</u> ; perturbaciones << rango de variación natural de los parámetros involucrados; sólo se recomienda documentación a posteriori (evaluación ex post ), véase además supervisión ambiental, fase de servicio								
información complementaria	conviene realizar monitoría y seguimiento con spp que no sean de interés para pescadores de subsistencia ni comerciales, pues se dificulta la fragmentación de la varianza entre las diferentes causas de variación naturales y antropogénicas								
medidas adicionales	conviene involucrar a los pescadores en el diseño e implementación de monitoría; participación debe ser remunerada pero no con circulante sino en especie								

## POEM fic de evaluación ambiental

16

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
biótico	estabilidad					desplazamiento de spp: barreras		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales) - 3a: construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes - 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias							
efecto	<u>aislamiento o integración de porciones de hábitat por obras del POEM o por fragmentación de un biotopo terrestre por Δs en uso del suelo</u> , tanto formación como desaparición de barreras con significación ecológica y biogeográfica se contemplan en este caso							
magnitud oferta vs. demanda	<u>muy pequeña a pequeña</u> - obras son localizadas, Δs inducidos por obras del POEM (fragmentación o integración de biotopos) << dinámica natural, en particular para biotopos anfibios y acuáticos - Δs esperados en biotopos terrestres << que los derivados de dinámica antrópica antecedente							
probabilidad de ocurrencia	<u>media a alta para POEM</u> dado carácter estacional del funcionamiento de obras del POEM, efecto de barrera puede no ocurrir - <u>baja a muy baja para colonización</u> / tasas de inmigración oportunista; ver ficha 14							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida a media, días a semanas</u> efecto sobre barreras es inmediato a desarrollo de obras del POEM							
duración del efecto	<u>corto a medio, meses a años, para POEM</u> , condición de equilibrio tiende a restablecerse aún en escenario con mantenimiento - <u>permanente, lustros</u> para consecuencias de colonización							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	no amerita, dados: mínimos Δs previstos, varianza natural >> Δs esperados							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

17

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
biótico	estabilidad					status (destrucción/fragmentación) hábitats		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2c: desmonte y limpieza</li> <li>- 2d: descapote e =30 cm</li> <li>- 2f: excavaciones en seco</li> <li>- 2g: excavaciones bajo agua</li> <li>- 2i: instalación de enrocado</li> <li>- 3a: construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes</li> <li>- 5a: explotación de canteras existentes o nuevas</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> </ul>							
efecto	inhabilitación de uno o más hábitats o biotopos por destrucción o fragmentación. Puede ser temporal o permanente en función de las posibilidades de recuperación natural por procesos de colonización y sucesión. Éstas y el tiempo para alcanzar equilibrio a su vez dependen de: (i) tamaño de los fragmentos, (ii) distancia inter-fragmentos, (iii) distancia a la fuente de propágulos y (iv) diversidad $\delta$ de la fuente; es decir son un problema típico de Tbi (Teoría de biogeografía insular)							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>negligible a pequeña</u> para los biotopos acuáticos y anfibios, dado el pequeño tamaño de las obras en relación con los tamaños de los biotopos</li> <li>- <u>mediana a grande</u> para los biotopos terrestres, dado el avanzado estado de <i>alteración</i> (sensu IUCN et al. 1978), de éstos a nivel regional</li> </ul>							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> los componentes listados como causas son esenciales de las obras del POEM							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida</u> fragmentación es inmediata consecuencia de las obras							
duración del efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>muy corta, días a semanas</u> para biotopos acuáticos y anfibios; la dinámica fluvial promueve el restablecimiento de condiciones</li> <li>- <u>media a larga, meses a años</u> para biotopos terrestres, aunque las causas relacionadas con el POEM cesen, el cambio de uso, <i>ceteris paribus</i>, de los biotopos terrestres tiende a ser permanente</li> </ul>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>no amerita</u> dados: mínimos $\Delta s$ previstos, varianza natural $\gg \Delta s$ esperados; se recomienda documentación de procesos e incluirla en programa de seguimiento y monitoría							
información complementaria	selección de: biotopos, cohortes de especies, localidades, periodicidad de observaciones							
medidas adicionales								



## POEM ficha de evaluación ambiental

18

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	-
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	recursos					bosques y vida silvestre (aprovechamiento)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2a: señalización de áreas de obras, balizaje y ayudas de navegación</li> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 3b: señalización y balizaje</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> </ul>							
efecto	reducción de la cobertura boscosa o reducción o pérdida de acceso por parte de la comunidad a los recursos del bosque: leña, madera, fibras, frutos, caza, etc. Incluye todo tipo de aprovechamiento actual ya sea manifiesto o furtivo, legal o ilegal, autorizado o no							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>muy pequeña a pequeña</u> , obras del POEM son mínimas en biotopos terrestres (obradoros, patios de acopio, anclajes...) del orden de magnitud de decenas a centenares de m <sup>2</sup> ; pero acceso -vía terrestre o acuática- puede ser restringido a terceros por razones de seguridad. Algunas islas perennes son tal vez el único biotopo anfibio que alojará obras permanentes: los corredores de los diques direccionales; sin embargo, las islas no sustentan bosques desarrollados ni poblaciones de vida silvestre pues una vez se forman son rápidamente colonizadas por campesinos ribereños y sembradas con pastos, cultivos anuales, perennes y frutales; son sitios de anidación y madriguera de varias spp de reptiles, aves y mamíferos.							
probabilidad de ocurrencia	- <u>alta a cierta para restricción de acceso</u> - <u>negligible a muy pequeña para tala de bosques</u> , naturales aprovechadas por comunidades campesinas							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida, días</u> , respuesta inmediata y <i>f</i> del desarrollo de las actividades causantes							
duración del efecto	<u>corta a mediana, semanas a meses</u> , interferencia termina con las obras y retiro de contratistas							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- posibilidad de prevención limitada, sólo mitigación o compensación mediante programa de reposición y conservación de recursos de bosque y vida silvestre</li> <li>- comunidades campesinas pueden exigir compensaciones oportunistas por interferencias supuestas</li> </ul>							
información complementaria	-normas para identificar con usuarios (i) la localización extensión y accesos terrestres y acuáticos a recursos boscosos aprovechados, (ii) posibles interferencias y (iii) alternativas de acceso							
medidas adicionales	-normas para pactar o acordar con comunidad medidas de seguridad y horarios de levantamiento de restricciones para minimizar interferencias							

## POEM ficha de evaluación ambiental

19

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+		
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
antrópico	recursos					agua y recursos hidrobiológicos			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2a: señalización de áreas de obras, balizaje y ayudas de navegación</li> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 2j: dragados de inducción</li> <li>- 2k: dragados para relleno de geotubos (no en sector I)</li> <li>- 3b: señalización y balizaje</li> <li>- 4b: utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4d: transporte fluvial (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc)</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 7a: mantenimiento de obras y dragados</li> <li>- 7b: manejo de contingencias ambientales</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> </ul>								
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reducción o pérdida de acceso al recurso agua o a recursos asociados al agua (peces, spp. vertebradas acuáticas o anfibias)</li> <li>- reducción de la confiabilidad en el tamaño de recurso pesquero y en las posibilidades de aprovechamiento</li> <li>- reducción de la calidad del agua para diversos usos: potable, consumo doméstico, agropecuario, piscicultura</li> <li>- al igual que con otros recursos, efecto ocurre independientemente de la legalidad o sostenibilidad del aprovechamiento del recurso</li> </ul>								
magnitud oferta vs. demanda	<u>muy pequeña a pequeña</u> , dado el gran tamaño del recurso y su accesibilidad, el carácter puntual de las obras y sus pequeñas dimensiones								
probabilidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , las limitaciones al acceso son inevitables, tanto por requerimientos del espacio como por razones de seguridad del personal y de terceros								
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida a rápida</u> , <u>horas a días</u> restricciones son simultáneas con la ocupación								
duración del efecto	<u>temporal para causas de fase de obra y permanente para causas de fase de servicio</u>								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- posibilidad de prevención limitada, sólo mitigación</li> <li>- seguimiento y monitoria de recursos pesqueros y aprovechamiento en áreas asociadas a obras y en áreas testigo (sin obras)</li> <li>- comunidades campesinas pueden exigir compensaciones oportunistas por interferencias supuestas</li> </ul>								
información complementaria	- normas para identificar con usuarios, la localización extensión y accesos terrestres y acuáticos a sitios de pesca o de ubicación de lances, posibles interferencias y alternativas de acceso								
medidas adicionales	normas para pactar o acordar con comunidad medidas de seguridad y horarios de levantamiento de restricciones para minimizar interferencias								

## POEM ficha de evaluación ambiental

20

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	recursos					suelo/subsuelo (explotación)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 5a: explotación de canteras existentes o nuevas</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> <li>- 7d: incremento de demanda de bienes y servicios derivado de expansión de actividades comerciales facilitada por infraestructura creada por POEM</li> </ul>							
efecto	<u>pérdida del recurso suelo o limitación, restricción o pérdida de acceso al recurso.</u> Efecto ocurre independientemente de tipo de uso (minero, agrícola, pecuario, habitacional...) y de la legalidad o sostenibilidad del mismo							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>pequeña a mediana</u> , las obras del POEM en tierra (pocas y de pequeño tamaño, decenas de m <sup>2</sup> ) y en biotopos anfibios, particularmente playones e islas perennes, desplazan temporal o permanentemente otras actividades (pastoreo vacunos, agricultura de pancoger, rancherías de pesca, explotación de arenas y en unos pocos sitios gravas y cantos...). Las islas perennes son el biotopo más afectado ≈ decenas de ha. No hay uso habitacional permanente, sólo campamentos provisionales, precarios, v. gr., rancherías de pescadores							
probabilidad de ocurrencia	<u>mediana a alta</u> , puede darse ocupación concurrente sin desplazamiento de actividades, aunque seguridad de obra puede requerir desplazamiento							
velocidad de ocurrencia	<u>mediana a lenta, días a semanas</u> , f avance de obras aunque seguridad de obra puede requerir ocupación total desde el inicio							
duración del efecto	<u>larga a permanente</u> , la mayoría de las restricciones ocurrirá durante fase de obras y están relacionadas más con seguridad que con usos concurrentes. Restricciones de acceso y uso pueden relajarse en fase de servicio							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- posibilidad de prevención limitada, sólo mitigación o compensación</li> <li>- seguimiento y monitoria de uso del suelo y usuarios de islas perennes y playones con obras</li> <li>- comunidades campesinas pueden exigir compensaciones oportunistas por interferencias supuestas</li> </ul>							
información complementaria	-normas para identificar con usuarios la localización, extensión y accesos terrestres y acuáticos a islas utilizadas, áreas de cultivos, pastos, ubicación de infraestructura (e. g., corrales, embarcaderos de ganado...), posibles interferencias y alternativas de acceso							
medidas adicionales	normas para pactar o acordar con comunidad medidas de seguridad y horarios de levantamiento de restricciones para minimizar interferencias							

## POEM ficha de evaluación ambiental

21

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	recursos					patrimonio arqueológico		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2d: descapote e =30 cm</li> <li>- 2e: excavación manual</li> <li>- 2f: excavaciones en seco</li> <li>- 3a: construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes</li> <li>- 5a: explotación de canteras existentes o nuevas</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> </ul>							
efecto	riesgo, accidental o negligente, de pérdida de materiales o imposibilidad de su rescate y adecuada documentación científica por: perturbación, erosión, destrucción o compactación de suelos con contenido de estratos culturales, por adecuación de áreas para construcciones temporales o permanentes, por pisoteo del ganado o por laboreo, en caso de expansión de áreas agropecuarias. Véase lista de sitios para prospección arqueológica							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<p><u>pequeña a mediana</u>, en atención a los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- condiciones climáticas -altas humedades y temperaturas- limitan el tipo de materiales conservados a los inertes, e. g. cerámicos, líticos, metálicos; las investigaciones arqueológicas de campo de este estudio sólo arrojaron materiales líticos y cerámicos; se documentaron tanto yacimientos conocidos como nuevos</li> <li>- obras terrestres de POEM (sobre terrazas y colinas disectadas, biotopos con mayores probabilidades de alojar yacimientos), son de pequeño tamaño (decenas de m<sup>2</sup>); mientras que obras acuáticas y anfíbias, de mayor tamaño (centenares a miles de m<sup>2</sup>), ocurren en biotopos con largo historial de perturbaciones naturales, cíclicas y recurrentes (albardones, playones, islas efímeras...) que limitan la estabilidad de eventuales yacimientos</li> </ul>							
probabilidad de ocurrencia	<p><u>media a alta</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prácticas tradicionales en obras y exigencias de eficiencia, incrementan riesgo de alteración no detectada de yacimientos</li> <li>- personal de obras generalmente desconoce apariencia, ubicación y demás características típicas de yacimientos, lo cual incrementa riesgos de destrucción accidental</li> </ul>							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida a media</u> , horas a días, f de programa de obras							
duración del efecto	<u>corta a media</u> , semanas a meses, riesgo desaparece con cierre de obras; aunque eventuales hallazgos pueden estimular curiosidad de <u>guaqueros ocasionales</u>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p>Todas las fases de la arqueología preventiva, a saber: reconocimiento, prospección, rescate y monitoría, requieren licencia de excavación del ICANH (<a href="http://www.icanh.gov.co">http://www.icanh.gov.co</a>), actualmente en trámite</p> <p><u>medidas preventivas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- información al todo personal en obra sobre el plan de manejo arqueológico, legislación sobre patrimonio arqueológico (<a href="http://www.icanh.gov.co">http://www.icanh.gov.co</a>) y normas de conducta en obra</li> <li>- prospectar las áreas ocupadas por procesos o actividades del POEM, sobre geoformas aptas para la ocupación humana con el fin de rescatar el patrimonio cultural material, mediante la excavación ágil de contenidos arqueológicos</li> </ul> <p><u>medidas de mitigación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoría arqueológica de todos los sitios de obra para descartar cualquier perturbación al patrimonio arqueológico</li> </ul> <p><u>medidas de compensación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prospección arqueológica de áreas promisorias de interés patrimonial (puede iniciar en paralelo con obras) en compensación por las áreas con patrimonio cultural material afectadas por las obras POEM</li> <li>- rescate arqueológico previo en áreas promisorias detectadas en la prospección en compensación por las áreas con patrimonio cultural material afectadas por las obras POEM</li> </ul>							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

22

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
antrópico	salud y bienestar					morbilidad y mortalidad			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 4a: utilización/operación de maquinaria en tierra</li> <li>- 4b: utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4c: transporte terrestre (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc.)</li> <li>- 4d: transporte fluvial (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc)</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> <li>- 7d: incremento de demanda de bienes y servicios derivado de expansión de actividades comerciales facilitada por infraestructura creada por POEM</li> </ul>								
efecto	<u>incremento de:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- riesgos de accidentes entre población residente en ZID (zona de influencia directa) y</li> <li>- tasas de transmisión de enfermedades</li> </ul>								
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>media a grande</u> concentración cuasi-súbita y gran actividad, por períodos prolongados (semanas a meses), de personas, vehículos, máquinas y equipos en áreas rurales, remotas y aisladas o poco frecuentadas por visitantes forasteros								
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a muy alta</u> , riesgos son <i>particularmente altos</i> para población infantil y juvenil residente, por su gran movilidad, disponibilidad de tiempo de ocio y natural curiosidad								
velocidad de ocurrencia	<u>rápida a muy rápida, días u horas</u> , aunque una comunidad campesina puede saber con antelación de la llegada de forasteros (contratistas y personal de obra) e iniciación de obras, los cambios ocurren de la noche a la mañana, i. e., son súbitos								
duración del efecto	<u>largo plazo o permanente:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- con mayor intensidad en fase de obras, por concentración espacial y temporal de factores de riesgo ca. comunidades residentes</li> <li>- riesgos tienden a disminuir con el paso del tiempo por aprendizaje y disminución de curiosidad</li> </ul>								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>preventivo</u> información a la comunidad, normas, señalización								
información complementaria									
medidas adicionales									

## POEM ficha de evaluación ambiental

23

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	salud y bienestar					ruidos y olores		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2j: dragados de inducción</li> <li>- 2k: dragados para relleno de geotubos (no en sector I)</li> <li>- 3c: limpieza, desmantelamiento de obradores</li> <li>- 4a: utilización/operación de maquinaria en tierra</li> <li>- 4b: utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4c: transporte terrestre (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc.)</li> <li>- 4d: transporte fluvial (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc)</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> </ul>							
efecto	alteración desagradable o molesta de la percepción visual, táctil, auditiva u olfativa del entorno: paisajes desagradables, pérdida de referentes visuales, olores desagradables, ruidos, $\Delta$ s de sensación térmica, etc.							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>mediana a grande</u> , concentración espacial, ca. sitios habitados y temporal (unas pocas semanas o meses) de personas, máquinas y equipos, i. e., factores de cambio en vecindario de sitios rurales habitados							
probabilidad de ocurrencia	<u>grande a cierta</u> - ruidos, gases, liberación de calor... son inevitables en la operación de maquinaria y equipos - resuspensión de sedimentos por dragados, puede inducir liberación de mercaptanos, H <sub>2</sub> S y otros gases desagradables							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida a muy rápida, horas a días</u> , <i>f</i> desarrollo de obras							
duración del efecto	<u>media a larga, semanas a meses</u> , molestias terminan con las obras o antes por <i>fatiga sensorial</i> , particularmente efectiva para olores							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>preventivo</u> normas sobre mantenimiento y operación de motores de máquinas, equipos y vehículos							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

24

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+		
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
antrópico	salud y bienestar					enfermedades			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	- 1b: movilización/instalación de contratistas - 4e: administración y utilización de campamentos - 6a: inmigración de población oportunista								
efecto	incremento de riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas / contagiosas por afluencia de personas forasteras y manejo sanitario de campamentos y obradores (aguas servidas y residuos sólidos) en vecindario de áreas habitadas								
magnitud oferta vs. demanda	<u>pequeña a mediana</u> , aumento acelerado de población inmigrante (contratistas) en áreas ribereñas rurales, habitadas								
probabilidad de ocurrencia	<u>pequeña a mediana</u> , poblaciones ribereñas no están aisladas;								
velocidad de ocurrencia	<u>mediana a lenta, días a semanas</u> , arribo de personas forasteras es rápido pero contacto con residentes locales puede tomar más tiempo								
duración del efecto	<u>mediana a larga, semanas a meses</u> , f duración de fase de obras; baja posibilidad de evolución de epidemias por bajo aislamiento de población residente								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>preventivo</u> - normas para evaluación médica antes de enganche de personal y seguimiento durante permanencia en obra - educación y sensibilización de comunidad, para proteger en particular población infantil y juvenil								
información complementaria									
medidas adicionales									

## POEM ficha de evaluación ambiental

25

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	infraestructura					vías terrestres y acuáticas		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2b: adecuación de sitio de obra, remoción empalizadas</li> <li>- 2g: excavaciones bajo agua</li> <li>- 2h: instalación de recebo</li> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 2j: dragados de inducción</li> <li>- 2k: dragados para relleno de geotubos (no en sector I)</li> <li>- 3a: construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes</li> <li>- 3c: limpieza, desmantelamiento de obradores</li> <li>- 7a: mantenimiento de obras y dragados</li> </ul>							
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- limitación temporal o restricciones para uso de vías públicas acuáticas o terrestres por embarcaciones o vehículos de uso común en la región</li> <li>- eliminación, destrucción o deterioro inducido de vías públicas acuáticas o terrestres</li> </ul>							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>ínfima a pequeña, para limitación temporal; nula (0.0) para eliminación o destrucción de vías</u> , en condiciones actuales, durante estiaje, recurrentemente, algunos brazos laterales pueden quedar <i>secos</i> , dificultar o impedir la movilización acuática con moto-canoa, de pobladores ribereños, por un período variable pero cortos (días a semanas)							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> , objetivo de obras POEM es <u>modificar factor de forma de estiaje</u> para inducir la formación de un canal (de estiaje) estable y más profundo que permita el paso continuo de grandes embarcaciones fluviales, e. i., remolcadores y sus barcas; este canal es público y puede ser usado libre de costos por embarcaciones menores de todo tipo, sujeto a las condiciones normales que para el río han establecido las autoridades ambientales y CORMAGDALENA							
velocidad de ocurrencia	<u>lenta a muy lenta, semanas a meses</u> de ocurrir efecto, sólo será apreciable en primer estiaje después de la culminación de las obras en un sector dado							
duración del efecto	<u>largo plazo o permanente, sujeta a dinámica fluvial</u> , <u>sequía inducida</u> por obras del POEM en brazos someros alejados de canal principal, es cíclica, recurrente, de intensidad y duración variables, según el régimen de caudales; área afectada está expuesta -y continuará estándolo- a dinámica fluvial							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>prevención no es posible</u>, requeriría modificación de especificaciones de obras del POEM en sector afectado; sólo ameritaría en caso de una comunidad grande</li> <li>- <u>mitigación y compensación difíciles</u>, a priori, sin conocimiento de detalles de localidad, obra y contexto social, no se recomiendan obras ni acciones particulares ni esquemas de compensación; es posible que ocurran reclamaciones oportunistas de aislamiento de pobladores, simplemente para negociar compensaciones; por tanto, no conviene estimular este comportamiento</li> </ul>							
información complementaria	<u>registro / censo de población ribereña</u> , permanente (campesinos) y ocasional o trashumante (pescadores, leñeros, areneros) y modo de transporte de personas insumos y carga; lea otros detalles complementarios en ficha 34							
medidas adicionales	<b>alteración vial o limitación de su uso</b> (esta ficha), difiere de las <b>alteraciones a la movilidad y transporte</b> que pueden ocurrir <i>sin</i> alteraciones a la red vial propiamente, ver ficha 28							



## POEM ficha de evaluación ambiental

26

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	infraestructura					espacio público		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 4b: utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4d: transporte fluvial (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc)</li> <li>- 7a: mantenimiento de obras y dragados</li> <li>- 7b: manejo de contingencias ambientales</li> </ul>							
efecto	<p><u>reducción o limitación de acceso y uso de espacio público</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en caso POEM, islas fluviales perennes y playones de río son biotopos más importantes como bien público, con múltiples usos y usuarios: rancherías de pescadores, áreas con pastos naturales y mejorados, cultivos de pancoger...</li> <li>- en obras terrestres no hay biotopo público afectado; accesos a <i>caños</i>, <i>ciénagas</i> y sus <i>playones</i> no son afectados por obras del POEM</li> </ul> <p>véase efecto complementario en ficha 34</p>							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<p><u>mediana a grande</u> 57 diques del POEM en los 5 sectores limitarán o restringirán temporalmente, acceso a islas perennes, playones de río y bajos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sector I, 11</li> <li>- sector II, 9</li> <li>- sector III, 12</li> <li>- sector IV, 14</li> <li>- sector V, 11</li> </ul> <p>- <i>inaccesibilidad</i> diferirá de un sitio a otro, <i>f</i> tamaño de obra, efecto depender de número de usuarios o interesados, normalmente residentes en otras localidades, en ocasiones alejadas varios km del sitio afectado</p> <p>- en todos los casos se aprecian, en mapa y en campo, alternativas de acceso que pueden implicar tiempos de recorrido más largos en canoa o motocanoa</p>							
probabilidad de ocurrencia	<u>cierta</u> , <u>diques direccionales</u> construidos a través de islas perennes y efímeras son un componente sine qua non del POEM							
velocidad de ocurrencia	<u>media a lenta</u> , <u>días a semanas</u> , <u>inaccesibilidad</u> será máxima durante construcción de anclajes y diques que implican ocupación del sitio							
duración del efecto	<u>corta a mediana</u> , sólo durante período de obras en estación seca; todos los sitios serán accesibles normalmente durante aguas medias y altas y <u>sólo habrá restricciones parciales permanentes y recurrentes en algunos sitios</u> , con base en cartografía de 2004; situación puede ser diferente durante fase real de obras y durante fase de servicio							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p><u>preventivo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- registro y autorización de usuarios bona fide, mediante carnet, expedido por CORMAGDALENA o autoridad ambiental (MAVDT, CORANTIOQUIA o CAS), dado que restricción / limitación de acceso a un sitio puede ser conocida con antelación; <i>tener en cuenta</i> que usuarios pueden residir a distancias considerables de sitio afectado y que en general son <i>ocupantes temporales-recurrentes</i> (pescadores) o <i>permanentes</i> (isleros) de un sitio dado, pero que ante la ley (Código Civil Colombiano, §§ 719 - 726; Decreto-Ley 2811 de 1974, § 83) no son ni <i>propietarios</i> ni <i>poseedores</i></li> <li>- suministro de información veraz, confiable, oportuna y adecuada a la comunidad sobre las obras: fechas, duraciones, sitios, requerimientos de mano de obra, accesos y limitaciones, etc.</li> <li>- normas que prohíban <i>ex profeso</i> el suministro no autorizado de información por personal del contratista a la población y definición de canales autorizados: v. gr. ingeniero ambiental jefe, tecnólogo o auxiliar ambiental, trabajador social, etc. están autorizados; obreros, capataces, conductores, motoristas, ingenieros de obras, etc., no están autorizados</li> </ul>							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

27

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
-	+	+	¿?	¿?	¿?	¿?	+	-
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	infraestructura - marco físico de soporte social					servicios públicos		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales) - 2j: dragados de inducción - 7a: mantenimiento de obras y dragados							
efecto	<u>interrupción de / interferencia con suministro de servicio público</u> - interferencia con <i>manejo actual</i> de aguas servidas en Puerto Berrío: incremento de estiaje (severidad y duración), en canal aguas abajo de puerto de chalupas, frente a barrios Corales y Puerto Colombia, diques 2 y 3 limitarán posibilidades de utilización para recibir descargas de aguas cloacales crudas, como ocurre hoy en día; lea sobre este efecto en ficha 07 - una situación parecida se podría presentar en Murillo, sector I: diques direccionales 10 y 12 pueden aislar brazo frente al pueblo, a donde desaguan cloacas (contradictorio con afirmaciones de la población, véase datos de campo); sin embargo, efecto esperado mucho menor por cuanto $Q_{\text{aguas servidas Murillo}} \ll Q_{\text{aguas servidas Pto. Berrío}}$ ; <b>NO</b> se conoce ningún plan para reducir cargas contaminantes al río							
magnitud oferta vs. demanda	<u>grande</u> ; actualmente, en estiaje, <i>descensos de nivel típicos</i> impiden navegación de chalupas y moto-canoas en el brazo próximo a Puerto Berrío; este es somero y caudal insuficiente para diluir descargas de aguas cloacales aún en aguas medias							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> ; el propósito de las obras es inducir flujo hacia canal navegable desde áreas bajas periféricas							
velocidad de ocurrencia	<u>lenta, semanas</u> ; sólo ocurre en estiajes a partir de terminación de obras							
duración del efecto	<u>permanente, mientras obras POEM funcionen adecuadamente</u> ; efecto puede desaparecer si Aguas de Puerto S.A. E.S.P. y municipio de Puerto Berrío concluyen: Plan Maestro de Saneamiento antes de iniciar obras del POEM en dicho sitio							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>preventivo y compensativo</u> lea concepto DENARIO, rehabilitación de ciénaga para depuración natural de aguas servidas y protección de flora y fauna silvestres, aplicable a pequeñas poblaciones							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

28

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	infraestructura					transporte y movilidad		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 2a: señalización de áreas de obras, balizaje y ayudas de navegación</li> <li>- 3b: senalización y balizaje</li> <li>- 4a: utilización/operación de maquinaria en tierra</li> <li>- 4b: utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4c: transporte terrestre (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc.)</li> <li>- 4d: transporte fluvial (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc)</li> <li>- 7b: manejo de contingencias ambientales</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> </ul>							
efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- limitación temporal de acceso a u operación de sistemas de transporte público o privado en una vía pública, acuática o terrestre</li> <li>- incremento de distancias, tiempos de viaje y costos por utilización forzosa de alternativas</li> </ul>							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>pequeña a mediana</u> , en condiciones actuales, dinámica fluvial exige a muchos pobladores ribereños y transportadores comerciales cambios frecuentes de rutas durante el estiaje; recurrentemente, algunos brazos laterales pueden quedar <i>secos</i> , dificultar o impedir la movilización acuática de pequeñas embarcaciones a motor en ciertos tramos de algunos brazos, por un período variable pero corto (días a semanas)							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> , obras del POEM requieren la ocupación segura, i. e., sin interferencia de terceros, de los sitios de obras durante la fase de desarrollo; estas áreas incluyen los corredores de acceso y maniobra de embarcaciones y plataformas flotantes para diversas actividades; las áreas a ser ocupadas temporalmente son señalizadas							
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida horas a días</u> , inmediata a la movilización de contratistas							
duración del efecto	<u>corto plazo (semanas a meses) para causas de fase de obras y permanente (años) para fase de servicio</u> , en fase de servicio efecto puede desaparecer o aumentar como consecuencia de dinámica fluvial natural no relacionada con las obras del POEM							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>prevención no es posible</u>, requeriría modificación de especificaciones de obras del POEM en sector afectado; sólo ameritaría en caso de una comunidad grande</li> <li>- <u>mitigación y compensación difíciles</u>, a priori, sin conocimiento de detalles de localidad, obra y contexto social, no se recomiendan obras ni acciones particulares ni esquemas de compensación; es posible que ocurran reclamaciones oportunistas de aislamiento de pobladores, simplemente para negociar compensaciones; por tanto, no conviene estimular este comportamiento</li> </ul>							
información complementaria	<u>censo de población ribereña</u> , permanente (campesinos) y ocasional o trashumante (pescadores, leñeros, areneros) y modo de transporte de personas insumos y carga							
medidas adicionales	<u>alteraciones a la movilidad y transporte</u> (esta ficha) difiere de <u>alteración vial o limitación de uso</u> que pueden ser causa suficiente pero no necesaria; ver ficha 25							

## POEM ficha de evaluación ambiental

29

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	estructura - organización económica					costo de vida y autosuficiencia		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1c: contratación de mano de obra no calificada</li> <li>- 3d: retiro de contratistas</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> </ul>							
efecto	<u>incrementos temporales, especulativos, de demandas de bienes de consumo y de servicios</u> , conllevan a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- desviación hacia el comercio de la producción familiar destinada al autoconsumo y</li> <li>- abandono de las actividades laborales autónomas por el jornaleo y trabajo asalariado</li> <li>- incremento de competencia interna para suplir demandas y subsecuentes conflictos interpersonales</li> </ul>							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>media a grande</u> demandas ejercidas por afluencia en un corto tiempo (pocos días a una semana) de ca. 100 adultos nuevos, con dinero circulante relativamente abundante, a un pueblo rural, relativamente aislado, conformado por 30 - 150 personas (10-30 familias), en su mayoría menores de edad							
probabilidad de ocurrencia	<u>media a alta</u> , el POEM plantea 3 o 4 campamentos a lo largo del sector I, no hay decisión sobre simultaneidad de frentes de trabajo.							
velocidad de ocurrencia	<u>muy rápida, días</u> , demandas son casi simultáneas con el arribo de los contratistas. Inmigración oportunista puede anteceder por demanda de empleo no calificado							
duración del efecto	<u>mediano plazo, largo, semanas a meses</u> , las demandas están sujetas al flujo de personal en obra, terminan con el cierre de obra y retiro de contratistas							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>prevención</u> normas de conducta de personal de obra con comunidad <u>mitigación</u> , exigencia de <i>paz y salvos</i> de la comunidad antes de autorizar retiro de personal (¡ni siquiera de vacaciones!)							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

30

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
antropico	estructura - organización económica					<ul style="list-style-type: none"> <li>- usos del suelo (<math>\Delta</math>s desordenados, indeseables)</li> <li>- tenencia de la tierra (expectativas y posesiones)</li> <li>- valor de la tierra (especulación)</li> </ul>			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1a: revisión y ajustes de diseño de obras</li> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 3a: construcción de embarcaderos y estructuras portuarias, provisionales o permanentes</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> </ul>								
efecto	<u>expectativas, razonables o infundadas, de desarrollos en economía local por afluencia y actividades de contratistas generan:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reactivación especulativa de mercado de tierras</li> <li>- inversiones oportunistas en predios rurales (mejoras, siembras, ampliación áreas de cultivo, corrales...)</li> <li>- incremento artificial de precios de tierra</li> <li>- inmigración oportunista</li> </ul>								
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>pequeña a media</u> , f programación de obras; mayor si se atienden varios frentes simultáneamente								
probabilidad de ocurrencia	<u>pequeña a mediana</u> , dado pequeño tamaño de obras terrestres <ul style="list-style-type: none"> <li>- islas perennes que sean sitios de obras del POEM son biotopo más susceptible de ser afectado; aunque los terrenos no son negociables pues pertenecen a la Nación (Código Civil Colombiano, §§ 719 - 726), las inversiones en ellos (<i>mejoras</i>) si los son</li> </ul>								
velocidad de ocurrencia	<u>rápida, días</u> , dada que efecto es causado por expectativas								
duración del efecto	<u>corta, semanas a meses</u> , aun expectativas razonables desaparecen muy rápido si no hay refuerzo, posiblemente terminen antes del período de las obras; por la misma razón, efecto será menor en frentes de obra posteriores								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>preventivo</u> , suministro de información <i>autorizada, concisa, veraz y oportuna sobre el POEM</i> (tipos de obras, ubicación, iniciación y terminación previstas, mano de obra requerida, accesos y servidumbres terrestres requeridas, terrenos en alquiler requeridos, etc.), a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la población residente en las inmediaciones de las obras o usuarios de los bitopos y recursos asociados</li> <li>- las autoridades municipales (alcaldías y entidades a ellas adscritas) y</li> <li>- terceros interesados (notarías, bancos...)</li> </ul> para disuadir mercados especulativos								
información complementaria									
medidas adicionales									

## POEM ficha de evaluación ambiental

31

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					estructura familiar (choque valores y costumbres)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1a: revisión y ajustes de diseño de obras</li> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1c: contratación de mano de obra no calificada</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> </ul>							
efecto	<u>exposición de la población, en particular la infantil y juvenil, a costumbres, valores y gustos divergentes de la población inmigrante: contratistas y oportunistas</u> ; contacto intercultural puede estimular deserción escolar, abandono de labores agrícolas tradicionales y favorecer comportamientos sociales indeseables: v. gr., comercio y consumo de bebidas alcohólicas y estupefacientes, promiscuidad sexual, prostitución, etc.							
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>mediana a grande</u> ; contacto intercultural prolongado: los 4 campamentos del POEM en el tramo I, alojarán hasta 100 personas cada uno, durante la duración de las obras; este tamaño supera el de muchas de las poblaciones rurales nucleadas en cuyo vecindario se levantarán y operarán, v. gr., El Aterrao, San Pedro de las Vegas, San Luis Beltrán							
probabilidad de ocurrencia	<u>pequeña a mediana</u> - abundantes antecedentes de obras -y por ende contactos interculturales- en región MM en últimos 10 - 15 años, restan probabilidad al <i>choque cultural</i> hipotetizado - de otra parte, actividades de producción, beneficio y comercio de hoja y pasta de coca ya han mellado la cultura, sociedad y economía locales - vías de comunicación terrestres, fluviales, acceso casi universal a radio, televisión y telefonía celular, disminuyen el aislamiento, imperante en otras épocas							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida, días</u> ; contacto es casi inmediato con el arribo de contratistas							
duración del efecto	<u>corta a mediana, semanas a meses</u> ; no se espera inmigración de población oportunista significativa y aún si llegase, emigraría junto con los contratistas al final de las obras							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>prevención y mitigación</u> mediante normas de comportamiento de contratistas en los sitio de obras y para regulación de las relaciones contratista - población residente							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

32

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	¿-?
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					satisfacción (alterada por expectativas)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1a: revisión y ajustes de diseño de obras</li> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1c: contratación de mano de obra no calificada</li> <li>- 3d: retiro de contratistas</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> <li>- posibles expectativas (+ / -) generadas por 7d: <i>Círculo virtuoso</i> en fase de servicio, son indirectas y especulativas, por tanto por fuera del alcance de este estudio</li> </ul>							
efecto	<p><u>alteración de balance satisfacción/insatisfacción por expectativas -/+</u>, obedece a mismas causas de ficha 31, pero diferentes consecuencias analizadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ejemplos de expectativas positivas:</b> empleo/jornaleo, ampliación de mercado de tierras, bienes y servicios...</li> <li>- <b>ejemplos de expectativas negativas:</b> riesgos de accidentes, aislamiento, pérdida de zonas de pesca y caza ver ficha 33, abandono forzado de cultivos y ganados en islas perennes, ver ficha 34 ...</li> </ul>							
magnitud oferta vs. demanda	<p><u>grande</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relación de población ribereña con el río y sus recursos es muy importante; el POEM será muy visible, tocará RRNN y territorio de esa población</li> <li>- a diferencia de las obras del POEM, otras obras regionales antecedentes (e. g., térmicas, vías, líneas de transmisión, etc.) <i>no ejercieron manejo directo</i> sobre biotopos y recursos aprovechados por la población, aunque puedan haberlos afectado localmente</li> </ul>							
probabilidad de ocurrencia	<p><u>alta</u>, aunque Cormagdalena no es autoridad ambiental, es, dentro de la ZID (zona de influencia directa)/ZII (zona de influencia indirecta) del POEM, la entidad gubernamental más importante y visible; a esta imagen contribuyó la celebración, el 12.08.06, del consejo comunitario 131° (<a href="http://sigob.presidencia.gov.co/consejoscomunales/rep/instituciones/REP_DNP.asp">http://sigob.presidencia.gov.co/consejoscomunales/rep/instituciones/REP_DNP.asp</a>) (1° del actual gobierno), en Puerto Berrío, cuyo tema central fue el manejo río Magdalena; ver información detallada en esta página (<a href="http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/Consejo%20Comunal/index.htm">http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/Consejo%20Comunal/index.htm</a>)</p>							
velocidad de ocurrencia	<p><u>mediana a lenta, días a semanas</u>; las expectativas cambian a diario con los eventos recientes; inician desde antes de la movilización de los contratistas, tienen picos alrededor de hitos particulares (convocatorias de contratación, ocupación de islas...) y decaen con el tiempo, si no son reforzadas por la <i>experiencia</i>, i.e., si ésta difiere de la <i>expectativa</i>, la cual aún puede llegar a ser reconocida como <i>infundada</i> por la comunidad misma</p>							
duración del efecto	<p><u>corta a media, semanas a meses</u>; desde antes del inicio de obras hasta su conclusión</p>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p><u>preventivo / mitigativo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- manejo es complejo, se facilita con <i>transparencia</i> en la gestión de Cormagdalena y sus contratistas: suministro de información veraz, oportuna, confiable y adecuada a la comunidad</li> <li>- ver otros instrumentos en ficha 33</li> </ul>							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

33

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					satisfacción (alterada por expectativas)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales) - 2j: dragados de inducción							
efecto	<p><u>expectativas negativas de deterioro de río, ciénagas, caños y recursos alojados, suelos agrícolas, pastos y cultivos, a causa de avulsión inducida por los dragados:</u>  estas son reforzadas por <i>controversia en el caso de La Ganadera</i> (avulsión del canal fluvial entre la isla Jabonero y la margen izquierda del Magdalena, aguas arriba de la boca del Carare, municipio de Yondó, en 1999); episodio fue analizado en dos estudios divergentes:  1. UN-Med, 1999, <u>comisionado por Corantioquia</u>, atribuye <math>\Delta s</math> a dragados efectuados por Cormagdalena en 1998, concomitantes con <i>direccionamiento de flujo hacia orilla izquierda</i> y con <i>creciente extraordinaria</i> en 1999 (<math>\leq 6.800 \text{ m}^3/\text{s} \ll</math> estimado por LEH-UN)  dragado (1998) <math>\rightarrow</math> flujo hacia orilla derecha + <i>creciente extraordinaria</i> de 1999 (<math>\leq 6.800 \text{ m}^3/\text{s}</math>) <math>\rightarrow</math> erosión y ruptura de dique de protección <math>\approx 2, 0 \text{ ó } 2,5? \text{ m}</math> alto <math>\rightarrow</math> [avulsión + inundación <math>230 \text{ km}^2</math> + depósito de sedimentos ca. <math>620.000 \text{ m}^3</math>] detrás de dique derruido y de albardón natural, en complejo cenagoso El Tablazo-Sardinata y otros cercanos  2. LEH-UN, 2000?, <u>comisionado por Cormagdalena</u>, comenta y critica severamente estudio de 1., atribuye <math>\Delta s</math> a <i>creciente extraordinaria</i> de 1999 (<math>&gt; 8.000 \text{ m}^3/\text{s} \gg</math> estimativo de UN-Med, 1999, <math>\leq 6.800 \text{ m}^3/\text{s}</math>), causas antrópicas (dragado y orientación de flujo) pueden haber jugado un <i>mínimo papel o aún generar efecto contrario en el caso del dragado pero no se cuenta con evidencia suficiente ni adecuada</i></p>							
magnitud oferta vs. demanda	<p><u>mediana a grande</u>; propietarios de hacienda <i>La Ganadera</i> entablan demanda multimillonaria contra Cormagdalena en 1999, juez falla en favor de ésta (año); propietarios apelan sentencia (año), actualmente pende decisión de Consejo de Estado.  <u>ff de estímulo de expectativas negativas:</u>  - divergencias de los estudios  - conclusiones de estudio UN-Med, 1999  - demanda multimillonaria de propietarios de <i>La Ganadera</i>  - apelación de los propietarios de fallo favorable a Cormagdalena  <u>ff disuaden expectativas negativas:</u>  - conclusiones de estudio LEH-UN, 2000?  - fallo en favor de Cormagdalena</p>							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta</u> caso <i>La Ganadera</i> asociado a temor por dragados, mencionado en todas las reuniones con miembros de las comunidades ribereñas							
velocidad de ocurrencia	<u>media a lenta, días a semanas</u> , cuando efectivamente se ocupen las islas y brazos para ejecutar las obras							
duración del efecto	<u>mediano a largo plazo, meses a años</u> ; expectativa puede ser tal que varios años después de terminadas las obras se afirme que un daño cualesquiera puede haber sido originado por obras							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p><u>prevención y mitigación</u> - información veraz, oportuna, adecuada a la comunidad, transparencia... <i>mesa itinerante de información</i>  - instrumentos educativos orientados la comunidad  - norma nueva que prohíbe estrictamente a personal no autorizado que comente, opine, discuta las obras del POEM con personas ajenas a la obras (i. e., la comunidad y agitadores profesionales u ocasionales)</p>							
información complementaria	<p><u>otros instrumentos de educación de la comunidad</u>  - modelo a escala física de obra  - vídeo - animación de funcionamiento del río y otros biotopos sin/con obras</p>							
medidas adicionales								



## POEM ficha de evaluación ambiental

34

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+		+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					arraigo y seguridad (desplazamientos, delitos)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales) ocupación del espacio por contratistas del POEM inicia antes, con una o más de las siguientes actividades: - 2b: adecuación de sitio de obra, remoción empalizadas - 2c: desmonte y limpieza - 2d: descapote e =30 cm - 2f: excavaciones en seco							
efecto	<u>rechazo e insatisfacción por limitación o inhabilitación del uso temporal o permanente de áreas agropecuarias en islas perennes, requeridas para construcción de diques direccionales</u> ; ocupación del espacio ocurre sin desplazamientos de población pues las islas no son habitadas; sin embargo, puede haber resistencia al abandono, aún así sea temporal, de un predio sobre el cual los derechos de <i>tenencia</i> son frágiles (no hay posibilidades de <i>propiedad</i> , la <i>posesión</i> no es reconocida, sólo existe la <i>ocupación</i> de bienes públicos de propiedad de la Nación (Código Civil Colombiano, §§ 719 - 726), ver ficha 26 para efecto complementario							
magnitud oferta vs. demanda	<u>baja a media</u> , la unidad de medida no es área afectada (ha) sino la <i>resistencia o temor al abandono temporal del terreno agrícola</i> , aunque éste puede ser en parte <i>f</i> del monto de la inversión en riesgo; se aprecia como de valor bajo a medio, puesto que las áreas afectadas no son grandes -sólo una faja estrecha, transversal a la isla- y el laboreo agrícola no es mecanizado							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> ; la ocupación, al menos temporal, de terrenos insulares, aprovechados por campesinos de la región, <i>es un hecho</i> , éste puede inducir rechazo							
velocidad de ocurrencia	<u>media a lenta, semanas a meses</u> , <i>f</i> de la programación de obras, en cualquier caso, <i>rechazo depende de la ocupación real de un predio</i> no de la <i>posibilidad o expectativa</i> de que ello ocurra							
duración del efecto	<u>media (meses) o permanente (años)</u> ; si bien los diques son permanentes, posiblemente no se requiera limitar permanentemente el uso de la faja por ellos ocupada; se debe analizar caso por caso							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>mitigación y compensación</u> - información y concertación con <i>ocupante de islas - propietario de mejoras</i> ; los temores de pérdida de inversiones y trabajo en terrenos insulares pueden ser minimizados mediante la negociación de una <i>compensación justa</i> - Código Civil Colombiano, §§ 719 - 726 (concordancia Decreto-Ley 2811 de 1974, § 83), <i>excluye totalmente accesión</i> de islas fluviales perennes derivadas de aluvión, por tanto precluye posibilidades de <i>indemnización</i> por daños así sean ellos causados accidental o negligentemente por CORMAGDALENA o sus contratistas - <i>compensaciones e indemnizaciones</i> pagadas en efectivo o en bienes de fácil comercialización y conversión a circulante, son de delicado manejo y no son recomendadas; pueden inducir inversiones reales o ficticias en terrenos insulares susceptibles de ser afectados, para buscar <i>acreditación</i> ; incluso mediante pactos ilegales e inescrupulosos de miembros de la comunidad con agentes de los contratistas o del propietario de las obras							
información complementaria	<u>ocupantes de islas y bienes en riesgo</u> - levantar registro de <i>ocupantes</i> a fin de censar y expedir carnets; debe ser voluntario y administrado por la autoridad ambiental (MAVDT o Corantioquia y CAS) - registro útil además para otorgar permisos de acceso a sitios de obra en islas, véase fichas 25 y 26 - concertar, con <i>ocupantes registrados</i> , un <i>manual de inventarios y avalúos</i> que incluya tabla de <i>precios unitarios</i> , a fin de definir montos de eventuales compensaciones - definir tipos de bienes transferibles como compensaciones y restricciones a su compra-venta (v. gr., terrenos en tierra firme, no transferibles a terceros antes de 10 años después de concluidas las obras)							
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

35

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					movilidad poblacional (in- / emigración)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1a: revisión/ajustes de diseño</li> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1c: contratación de mano de obra no calificada</li> <li>- 3c: limpieza, desmantelamiento de obradores</li> <li>- 3d: retiro de contratistas</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> <li>- 7d: incremento de demanda de bienes y servicios derivado de expansión</li> </ul>							
efecto	<p><u>inducción de dinámica demográfica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- movimientos espontáneos, voluntarios, de personas hacia y desde la ZID (zona de influencia directa) del POEM en busca de oportunidades de empleo o comercio o para eludir situaciones indeseables o insatisfactorias</li> <li>- estos procesos de inmigración y emigración <i>no constituyen desplazamientos forzados</i></li> </ul> <p><u>conflictos ambientales asociados a inmigración</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- asentamientos y desarrollo -crecimiento urbano- no planificado en Puerto Berrío y vecindario de poblados con obras POEM cercanas (El Aterrao, Murillo...)</li> <li>- construcciones permanentes para vivienda e infraestructura, originan demandas de: espacio, materiales de construcción, agua potable, energía, transporte, otros bienes y servicios públicos y privados... Estos desarrollos causan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dinamización de mercado de finca raíz, de comercio de insumos para la construcción, mano de obra para construcción y servicios...</li> <li>• inflación local (encarecimiento de recursos, bienes y servicios demandados)</li> <li>• contaminación de suelo, aguas y aire</li> <li>• introducción de especies de plantas y animales domésticos y ruderales que alteran uniformidad y riqueza de biodiversidad nativa</li> </ul> </li> </ul>							
magnitud oferta vs. demanda	<p><u>pequeña a mediana</u>; además del sector petrolero, de vieja data, desarrollos recientes en la región han inducido e inducen dinámicas demográficas: otras obras de Cormagdalena (antes MOOPP), desarrollos viales, e. g., puente Yondó - Barrancabermeja, plantas termoeléctricas y líneas de transmisión, etc.; a estos cabe adicionar las migraciones asociadas a la siembra, cosecha, beneficio de hoja de coca y al comercio de ésta y de pasta</p>							
probabilidad de ocurrencia	<p><u>pequeña a mediana</u>; por su magnitud relativamente moderada, por su carácter fluvial -i. e., con un componente mínimo de obras en tierra firme- y por no ser intensivas en el empleo de mano de obra, se presume que la inducción de dinámica demográfica por el POEM es poco probable</p>							
velocidad de ocurrencia	<p><u>rápida, días</u>; dado que se basa en <i>expectativas</i>, el proceso comienza aún antes de que inicien las obras</p>							
duración del efecto	<p><u>corta a mediana, semanas a meses</u>; prácticamente limitado a la fase de obras, aunque la reactivación de la navegación y el desarrollo de ella derivado, en particular en Puerto Berrío, tendrán flujos migratorios asociados</p>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p><u>preventivo</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- convocatorias para vinculación de mano de obra</li> <li>- normas para dar preferencia a pobladores de la región para empleos y jornales</li> </ul>							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

36

1. Identificación									
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:		
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración									
sistema	componente					elemento			
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					manifestaciones culturales (divergencias)			
3. Evaluación									
parámetro	calificación								
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1a: revisión/ajustes de diseño</li> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 3d: retiro de contratistas</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 7d: incremento de demanda de bienes y servicios derivado de expansión</li> </ul>								
efecto	<u>conflictos internos en comunidades por cambios en valores y en estructura de poder y autoridad</u> , inducidos por influencia de forasteros en vecindario, en especial sobre población infantil y juvenil residente ca. sitios de obras								
magnitud <i>oferta vs. demanda</i>	<u>pequeña a mediana</u> : <i>f</i> tamaño de campamentos y su cercanía a zonas pobladas; de acuerdo con los diseños actuales del POEM, los campamentos tendrán una ocupación máxima de ca. 100 personas durante unos 4 meses; los sitios de obradores no están seleccionados, pero dadas las cortas longitudes del tramo (107 km) y de los sectores (21-25 km), ningún campamento estará a más de 2 horas, vía bote a motor, de un centro poblado; esto significa que las posibilidades de interacción serán altas								
probabilidad de ocurrencia	<u>pequeña a mediana</u> : el efecto es el producto de 2 probabilidades así: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>P_{\text{contacto intercultural}}</math>: considerada media a alta, dada la cercanía a cualquier centro poblado</li> <li>- <math>P_{\text{conflicto interno de autoridad}}</math>: considerada baja, dado que población infantil y juvenil ya está expuesta a valores más <i>urbanitas, modernos</i> por su cercanía a Barrancabermeja o a Puerto Berrío</li> </ul>								
velocidad de ocurrencia	<u>rápida, días</u> ; campamentos entrarán en servicio antes de dar inicio a obras								
duración del efecto	<u>corta a media, semanas a meses</u> sólo durante período de obras								
4. Manejo									
parámetro	comentario								
posibilidad de manejo	<u>preventivo / mitigativo</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mediante normas de comportamiento de personal in situ</li> <li>- mesa itinerante de información, quejas y reclamos, debe ser implementada con precaución por cuanto puede motivar quejas y reclamos oportunistas por parte de la población para acceder a compensaciones e indemnizaciones</li> </ul>								
información complementaria									
medidas adicionales									

## POEM ficha de evaluación ambiental

37

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico	superestructura - valores culturales y organización social					derechos y seguridad		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1a: revisión/ajustes de diseño</li> <li>- 1b: movilización/instalación de contratistas</li> <li>- 1c: contratación de mano de obra no calificada</li> <li>- 3d: retiro de contratistas</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> </ul>							
efecto	<p><u>sensación de inseguridad y vulnerabilidad real o sentida de los derechos a la vida, la propiedad, la intimidad</u>, causada por la presencia, movimiento, asentamiento y tránsito de personas extrañas en el vecindario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- causas son casi las mismas de las divergencias culturales, ficha 36</li> <li>- situación antecedente puede contradecir el efecto aquí previsto; de facto el Magdalena Medio ha sido, en los últimos 50 años, zona de tránsito y refugio de paramilitares y grupos alzados en armas; la eventual presencia de contratistas del POEM, con equipos y personal de seguridad, puede minimizar temores cotidianos causados por la presencia y actividades de aquellos</li> <li>- igualmente, la concentración de personas, máquinas, equipos, vehículos embarcaciones, insumos etc., puede constituir un blanco militar atractivo para grupos al margen de la ley y por ende brindar una mayor sensación de vulnerabilidad a la población local</li> <li>- expansión de la navegación jugará papel más modesto por relación inexistente o mínima de personal con población ribereña y porque tráfico y maniobras se realizan alejados de las riberas</li> </ul>							
magnitud oferta vs. demanda	<p><u>pequeña a mediana</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- f tamaño de campamentos y su cercanía a zonas habitadas; de acuerdo con los diseños actuales del POEM, los campamentos tendrán una ocupación máxima de ca. 100 personas durante unos 4 meses; lo sitios de obradores no están seleccionados, pero dadas las cortas longitudes del tramo (107 km) y de los sectores (21-25 km), ningún campamento estará a más de 2 horas, vía bote a motor, de un centro poblado; esto significa que las posibilidades de interacción serán altas</li> <li>- obras del POEM se concentran en el cauce -vía pública, relativamente aislada y alejada de los sitios de habitación o áreas de producción- e islas; muy pocas obras -sólo campamentos y otros obradores- estarían localizadas en tierra firme; por esta razón, las expectativas negativas relacionadas con la afluencia y actividades de forasteros, se refieren al entorno ribereño; esta afirmación es válida también para las consecuencias evaluadas en las fichas 36, divergencias culturales y 38, territorialidad</li> </ul>							
probabilidad de ocurrencia	<p><u>pequeña a mediana</u> por lo siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la población ribereña en el MM maneja su cotidianidad en medio de incertidumbres e inseguridad sentida antecedentes, por otras causas, v. gr., enfrentamientos guerrilla, paramilitares y ejército</li> <li>- escasa actividad de contratistas prevista en tierra firme, excepto la relacionada con campamentos y en algunos frentes, obradores</li> </ul>							
velocidad de ocurrencia	<p><u>media a lenta, días a semanas</u>; expectativas y temores sólo efectivos a partir de operación de campamentos e inicio de obras</p>							
duración del efecto	<p><u>media a larga, semanas a meses</u>; restringida a fase de obras; expansión de la navegación será de más largo plazo (años), pero de muy fácil y rápida integración a cotidianidad regional</p>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<p><u>preventivo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- se recomienda adecuación de barcazas de remolcador para campamentos, casinos, talleres, oficinas y demás obradores; minimiza costos de construcción y desmantelamiento, permite mayor control y vigilancia y aislamiento de las zonas pobladas</li> <li>- normas para uso obligatorio de uniformes y yelmos de colores distintivos para personal en tierra</li> <li>- normas para definir, divulgar y cumplir horarios de actividades necesarias en tierra</li> </ul>							
información complementaria								
medidas adicionales								

## POEM ficha de evaluación ambiental

38

1. Identificación								
fase (¿Cuándo?)		sector (¿En dónde?)					Causas concurrentes son:	
de obras	de servicio	I	II	III	IV	V	endógenas	exógenas
+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Elemento susceptible de alteración								
sistema	componente					elemento		
antrópico:	superestructura - valores culturales y organización social					territorialidad (alteración del paisaje)		
3. Evaluación								
parámetro	calificación							
actividad causante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1d: construcciones de obradores</li> <li>- 2a: señalización de áreas de obras, balizaje y ayudas de navegación</li> <li>- 2b: adecuación de sitio de obra, remoción empalizadas</li> <li>- 2i: instalación de enrocados (diques direccionales)</li> <li>- 3a: construcción embarcaderos/estructuras portuarias, provisionales o permanentes</li> <li>- 3b: señalización y balizaje</li> <li>- 3c: limpieza, desmantelamiento de obradores</li> <li>- 4a: utilización/operación de maquinaria en tierra</li> <li>- 4b: utilización/operación de maquinaria en agua</li> <li>- 4c: transporte terrestre (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc.)</li> <li>- 4d: transporte fluvial (materiales, insumos, personal, maquinaria, desechos, etc)</li> <li>- 4e: administración y utilización de campamentos</li> <li>- 5a: explotación de canteras existentes o nuevas</li> <li>- 6a: inmigración de población oportunista</li> <li>- 6b: expansión oportunista de explotaciones agropecuarias</li> <li>- 7c: expansión de la navegación</li> </ul>							
efecto	<u>alteración aún sutil e imperceptible de los referentes espaciales y del paisaje proximal y distal en un área -el territorio- que individual y colectivamente se percibe como propio</u> , causado por la presencia, movimiento, asentamiento y tránsito de personas extrañas en el vecindario y por las actividades por ellas desarrolladas							
magnitud oferta vs. demanda	<u>mediana a grande</u> , en forma relativamente súbita, en un tramo mas bien despoblado del río, se concentrarán durante varias semanas a meses no menos de 100 personas, con vehículos, embarcaciones, máquinas, etc. levantarán campamentos y procederán con sus actividades que alterarán la cotidianidad							
probabilidad de ocurrencia	<u>alta a cierta</u> ; las obras del POEM requieren ocupación física de espacios, aunque ésta no dejará cicatrices visibles una vez se retiren los contratistas							
velocidad de ocurrencia	<u>rápida a media, días a semanas</u> , a partir de traslado de contratistas e inicio de obras en cauce							
duración del efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>mediana a larga, semanas a meses para obras en cauce</u>, visibilidad de obras nula o mínima en estiaje durante períodos cortos</li> <li>- <u>permanente para señalización y balizaje</u>, interferencia con y restricción real y efectiva de movilidad de pescadores y acceso a áreas de pesca; véase ficha 19, interferencia con aprovechamiento de recursos hidrobiológicos</li> </ul>							
4. Manejo								
parámetro	comentario							
posibilidad de manejo	<u>mínimas</u> , no hay <i>daños</i> evidentes que puedan ser evitados ni mitigados ni mucho menos que ameriten compensación, aunque incomodidades y molestias pueden ser reales; población residente eventualmente desarrolla <i>fatiga sensorial</i> e ignora u olvida inconformidad, acepta cambios y los incorpora a su nueva cotidianidad; véase ficha 23, incomodidades por ruidos y olores							
información complementaria								
medidas adicionales								

## 7 Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental recomendado para minimizar los posibles deterioros ambientales asociados al desarrollo del POEM está conformado por 8 programas, definidos con base en los criterios establecidos en el capítulo anterior y en los detalles de la evaluación contenidos en las fichas. Dado que la gran mayoría de las consecuencias ocurrirá durante la fase de obras, en ella se concentran los programas: 5 de ellos son exclusivos de la fase de obras, 2 pueden comenzar en esta fase y continúan indefinidamente en la fase de servicio y 1 es exclusivo de esta última.

Cada programa se presenta con el siguiente formato; éste no es estrictamente rígido, es una guía, un marco conceptual de los temas que en la descripción del programa se deben considerar; en ocasiones las palabras utilizadas para referirse a uno de estos conceptos no son las empleadas aquí, pero la correspondencia conceptual está implícita:

- antecedentes y justificación: por qué se formula, para qué, i. e., cuáles efectos, consecuencias o situaciones se pretenden manejar con el programa, referencia directa a la evaluación ambiental
- objetivos: metas concretas del manejo
- modus operandi: parámetros de diseño (dimensiones, localización, oportunidad de ejecución... requerimientos de personal recursos, responsabilidad institucional, forma de ejecución (directo, convenio interinstitucional, contrato con ente privado, etc.)
- oportunidad de ejecución fase y época de inicio y de terminación y duración de programa
- costos estimados: identificación de rubros de costo y estimación de costos; tipificación de costos recurrentes para proyectos a mediano y largo plazo

Cuadro RR Síntesis de programas del PMA

programa	objetivo	fase		duración (meses)	responsable	costo (Mco\$)
		obras	servicio			
Supervisión ambiental (fase de obras)	control y vigilancia de cumplimiento de normas	+		20	PAC	90,2
Manejo de patrimonio arqueológico	monitoría, prospección y rescate arqueológico	+		19	equipo especializado	111,2
Información y comunicaciones	divulgación de Pma en obra y población litoral	+		20	PAC + IA + servicio externo	42,8
Restauración ambiental	reconstrucción hábitas y reposición organismos	+		18	PAC + asesores	77,8
Ensayos de protección y conservación	evaluar y promover soluciones a erosión litoral	+	+	indefida	PAC + asesores	252,9
Depuración natural de aguas residuales (DENARIO)	descontaminación+restauración+educación	+	+	indefida	Puerto Berrío+COR-MAGDALENA+ESALS	1.151,4
Supervisión ambiental (fase de servicio)	seguimiento y monitoría de consecuencias POEM		+	indefida	firma especializada	187,5
Interventoría ambiental (IA)	supervisión de programas del PMA	+		20	firma especializada	225,3

### Conflicto entre el Pma y el programa detallado de obras

El cronograma de desarrollo de las actividades ambientales del PMA se inicia antes del de obras y termina después. Es un punto de conflicto que debe ser discutido ampliamente con Cormagdalena y BSI para minimizar modificaciones innecesarias del cronograma global de obras y prolongar el período de ejecución.

La necesidad de comenzar antes radica en el hecho de que el manejo ambiental es función, en primera instancia, del contratista puesto que afectará necesariamente los presupuestos de obra y por tanto los precios unitarios y valor total de su propuesta. No se puede imponer un PMA diseñado y ejecutado por otro, con criterios de optimización diferentes, a menos que este se haga a priori y se incluya en los términos de referencia de la licitación de obras, pero aún así estaría un poco en el aire, pues las actividades de revisión y ajustes de diseño y de programación de obras cruciales para el contratista no se habrían iniciado.

La solución puede ser concentrar las actividades de diseño de detalle de los diversos componentes ambientales y de evaluación final (al terminar obras del sector I) en un equipo asociado a la interventoría o en contrato externo de CORMAGDALENA con una firma especializada.

# 1. Supervisión ambiental (fase de obras)

De acuerdo con lo planteado en el balance entre demanda y oferta ambientales del POEM, tanto en el cuadro síntesis, como en las fichas de evaluación de interacciones particulares con consecuencias ambientales indeseables, la mayoría de éstas tienen causas múltiples durante la fase de obras. De otra parte, en gran medida son derivadas de las prácticas tanto laborales como de comportamiento en campamentos y demás obradores, arraigadas en el personal de los contratistas, pero que estrictamente no constituyen un requisito de la obra; i. e., podrían ser erradicadas sin alterar ni el desempeño ni la eficacia del contratista. En atención a estos antecedentes se ha diseñado un esquema normativo de supervisión ambiental, orientado a minimizar los daños accidentales o negligentes asociados a los procesos constructivos. El esquema de supervisión ambiental consta de tres componentes así:

- normas propiamente dichas,
- esquema de divulgación y
- plan de control y vigilancia

## Síntesis de programa 1: supervisión ambiental (fase de obras)

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
- vigilar acatamiento de normas ambientales	- traducción de recomendaciones de PMA a normas internas específicas	permanente durante período de obras,	- ejecuta: equipo de contratista (2-3 personas),
- evaluar idoneidad de normas particulares para minimizar los conflictos ambientales que las obras o el personal de los contratistas puedan ocasionar	- definición de sistema de premio y castigo asociado a las normas y procedimientos de verificación	inicia mes [-1], termina mes [19]	- supervisa: equipo de interventoría ambiental (1 persona)
- revisar y ajustar normas y procedimientos de control y vigilancia	- divulgación interna del programa (ver programa 3)		- alternativa: contrato externo con firma especializada
	- elaboración de informes de seguimiento y contingencia		
	- elaboración de informes de evaluación		

## Normas ambientales de construcción

Son recomendaciones y guías de comportamiento que deben ser estudiadas detenidamente por el contratista y acatadas por sus empleados, obreros, por el personal de los subcontratistas, proveedores y demás personas vinculadas directamente a la obra. El objeto de éstas es tratar de encauzar los trabajos de la fase de obras del POEM con el propósito de minimizar deterioros ambientales. Se recomienda en particular su inclusión dentro de los términos de referencia de las licitaciones y en los contratos de obra, tanto los que Cormagdalena celebre con los contratistas principales, como los que éstos efectúen con terceros.

1 Es responsabilidad del contratista conocer las leyes, reglamentaciones y demás disposiciones gubernamentales ambientales sintetizadas en otro aparte de este documento y cumplirlas.

2 Durante la fase de obras, el contratista debe procurar producir el menor impacto, en los suelos, cursos de agua, calidad del aire, organismos y evitar los conflictos con los pobladores del área de influencia de las obras, según lo estipulado en las reglamentaciones citadas. Las normas que se presentan en este capítulo están basadas en dichas disposiciones gubernamentales.

3 Toda contravención o acciones de personas que residan o trabajen en la obra y que originen daño ambiental, deberá ser del conocimiento del jefe de *Interventoría ambiental* en forma inmediata.

4 El contratista será responsable de efectuar a su costo, la acción correctiva apropiada determinada por la *Interventoría ambiental* por contravenciones a las presentes normas.

5 El contratista se responsabilizará ante Cormagdalena por el pago de sanciones decretadas por entidades gubernamentales por violación de las leyes y disposiciones ambientales durante el período de construcción.

6 Los daños a terceros causados por incumplimiento de éstas normas son responsabilidad del contratista, quien deberá remediarlos a su costo.

A continuación se presentan 6 conjuntos de normas ambientales aplicables a las condiciones típicas de obras civiles de gran tamaño en áreas rurales. Los conjuntos están organizados por frentes de obra (obras terrestres -campamentos, talleres y demás obrado-

res, excavaciones y dragados, anclajes y revestimientos) o actividades (transporte y acarreo; desmantelamiento de instalaciones temporales, etc.) para facilitar su adopción y aplicación por los contratistas. Por esta razón algunas normas aplicables a varios grupos de actividades o frentes de obra se repiten de un conjunto a otro. La alternativa sería la presentación de conjuntos de normas para diversos componentes ambientales, v. gr., aguas, suelos, fauna terrestre, etc.; estos conjuntos no serían redundantes pero su entendimiento y aceptación por los contratistas y su personal se consideran menores, por tanto menos efectivas. Estas normas han sido adaptadas de conjuntos análogos aplicados en obras civiles muy diversas, tanto en corredores (ductos, líneas de transmisión, vías...) como en obras localizadas (embalses, fábricas, urbanizaciones, etc.) y han sufrido múltiples adaptaciones y ajustes.

Para cada conjunto de normas se indica en primer lugar el *Dónde* y el *Cuándo* del grupo de normas, es decir el sitio, frente de obra, en el cual la norma debe ser observada y la oportunidad. La presentación misma de las normas se hace a tres columnas, en la primera se establece la obligación o prohibición para el contratista, el *Qué*. La segunda columna identifica el espíritu de la norma, i. e., el objetivo, el *Para qué*. En la tercera columna se sugieren los mecanismos mediante los cuales el contratista puede cumplir con la norma, es el *Cómo*. Véase cuadros 1 a 6.

Los seis conjuntos de normas aquí contempladas y las que el propietario de la obra o el contratista mismo quieran adicionar son, de todas maneras, experimentales. Es decir, toda norma debe ser aplicada y evaluada; posteriormente se decide si se mantiene, mejora o descarta, según los resultados, i. e., si en la práctica, se logran o no los objetivos previstos. Las buenas experiencias que se hayan tenido con una norma dada en otros proyectos no son garantía de que esta surtirá el mismo efecto en el contexto del POEM.

Por esta razón, las soluciones -los cómo- son facultativas; los proponentes deben estudiar los pliegos de condiciones de la licitación y decidir cuál mecanismo es más conveniente desde el punto de vista financiero y organizacional para dar cumplimiento a las normas, incluso es factible que identifiquen mecanismos más eficientes que los citados en este informe para ciertas normas. Cormagdalena, por su parte, podrá decidir si opta por una u otra propuesta de manejo ambiental, contemplando estos y otros criterios.



**1. Normas aplicables a todas las actividades durante la duración de las obras**

<b>¿Qué? el contratista debe:</b>	<b>¿Para qué? la norma tiene por objeto:</b>	<b>¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:</b>
1. abstenerse de ocupar sin las debidas autorizaciones terrenos públicos o privados para accesos, campamentos, obradores, préstamos, depósitos, escombreras u otros usos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> <li>• evitar conflictos con las autoridades locales</li> </ul>	negociar, antes de la ocupación de terrenos, los permisos de propietarios públicos o privados
2. emplear preferiblemente mano de obra de los asentamientos cercanos a las obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reducir tamaño de campamentos</li> <li>• minimizar demanda sobre bienes y servicios</li> </ul>	informar en medios locales sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• tipo y número de trabajos ofrecidos,</li> <li>• duración de contratos y</li> <li>• niveles de remuneración,</li> </ul> con al menos cuatro semanas de anticipación al inicio de obras o al enganche de personal
3. abstenerse de emplear menores de edad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar la deserción escolar</li> <li>• minimizar conflictos interfamiliares</li> </ul>	• vincular como jornaleros o asalariados sólo a quienes posean documento de identidad, legalmente válido como prueba inequívoca de edad
4. verificar el estado de salud de trabajadores y empleados, particularmente en relación con enfermedades de transmisión sexual	• minimizar el riesgo de propagación de enfermedades infecto-contagiosas	• practicar exámenes médicos y de laboratorio al enganche y retiro de personal
5. impedir el porte y uso de armas, excepto al personal de vigilancia expresamente autorizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar riesgos de accidentes en conflictos internos y con la comunidad</li> <li>• disuadir actividades de cacería furtiva de carácter recreativo o deportivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• practicar, sin previo aviso, requisas a obreros y empleados y decomisar las armas</li> <li>• aplicar política de <i>cero tolerancia</i> en sanciones disciplinarias</li> </ul>
6. suministrar información veraz, confiable, oportuna y autorizada sobre las obras, horarios, manejo ambiental, oportunidades de empleo o de venta de servicios, etc. a quien la solicite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar generación de expectativas</li> <li>• evitar malentendidos y conflictos</li> </ul>	• nombrar el <i>Supervisor ambiental</i> como <i>canal único de información a terceros</i> ; publicar carteleras visibles en lugares públicos; distribuir volantes periódicos con respuestas a preguntas frecuentes. Referir dudas a <i>Interventoría ambiental-programa 8</i> , antes de responder
7. impedir acceso de terceros a campamentos, talleres, oficinas, y demás obradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> <li>• reducir riesgos de accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aislar con malla o cercos de alambre de púas y señalizar adecuadamente</li> <li>• instruir al personal sobre prohibición</li> </ul>

## 2. Normas aplicables a la movilización y traslado de contratistas, transporte, adquisición y ocupación temporal de predios y servidumbres

¿Qué? el contratista debe:	¿Para qué? la norma tiene por objeto:	¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:
1. asegurar el buen funcionamiento de los equipos motorizados usados en las obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>evitar escapes de combustibles y sustancias nocivas que contaminen los suelos, las aguas, el aire, etc.</li> <li>minimizar daños a organismos, personas o bienes</li> <li>reducir niveles de ruido y emisión de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>establecer un programa de control y mantenimiento de maquinaria y equipos</li> <li>mantener los motores debidamente sincronizados, provistos con aparatos silenciadores y reductores de emisiones</li> <li>mantener vigente los certificados de Verificación de Emisiones Vehiculares exigidos por la autoridad de tránsito</li> </ul>
2. minimizar ruidos por equipos motorizados	evitar molestias a las comunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>instalar aparatos silenciadores en equipos motorizados</li> <li>limitar operación de equipos a horas diurnas</li> </ul>
3. evitar la dispersión de polvos por tránsito de vehículos y maquinarias en vías permanentes o transitorias sin pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>minimizar contaminación de aire</li> <li>minimizar daños a parcelas, pastos, cultivos</li> <li>evitar molestias y enfermedades a las comunidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>utilizar siempre que sea posible transporte acuático</li> <li>regar con agua las vías terrestres destapadas</li> <li>disponer, previo convenio con la Supervisión Ambiental, materiales bituminosos o lubricantes usados sobre la vía para atrapar y aglutinar partículas de polvo</li> </ul>
4. evitar la dispersión, por acción del viento, de materiales finos transportados	<ul style="list-style-type: none"> <li>minimizar contaminación de aire</li> <li>evitar molestias y enfermedades a las comunidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cubrir los contenedores de los vehículos de transporte</li> <li>humedecer los materiales inertes transportados</li> </ul>
5. recolectar derrames accidentales de hormigón, lubricantes, combustibles y disponer adecuadamente de los materiales recolectados	<ul style="list-style-type: none"> <li>evitar contaminación de suelos y aguas</li> <li>minimizar daños a organismos, las personas o sus bienes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>diseñar y preparar depósitos con geotextil impermeable para disposición de residuos tóxicos</li> <li>utilizar depósitos de materiales sobrantes de construcción para depositar residuos inertes</li> </ul>
6. mantener transitables las vías públicas o privadas que se utilicen en la obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>evitar accidentes de tránsito</li> <li>minimizar interrupciones de tráfico vehicular</li> <li>minimizar molestias a las comunidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>destinar cuadrillas de limpieza permanente de las vías</li> <li>ubicar semáforos portátiles o destinar personal para orientar el tráfico vehicular</li> <li>construir cunetas en accesos provisionales</li> </ul>
7. liberar temporalmente restricciones de acceso a sitios de pesca, caza, aserrió, leñateo, pastoreo o cultivo, establecidas por razones de seguridad en obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>facilitar el uso de recursos</li> <li>minimizar quejas y conflictos de la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>definir unilateralmente horarios amplios (días de la semana y horas del día) en los cuales las restricciones no se aplican</li> <li>acordar con los interesados rutas de acceso alternas u horarios especiales y operatividad</li> </ul>
8. respetar la intimidad y privacidad de los pobladores cercanos a los sitios de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>evitar roces y conflictos de su personal con miembros de la población</li> <li>evitar molestias e incomodidades a la comunidad</li> <li>no distraer a niños y jóvenes de sus obligaciones escolares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>minimizar el uso de obradores en tierra</li> <li>optimizar las actividades que requieran la presencia de personal en tierra</li> <li>definir, divulgar y cumplir horarios (días de la semana y horas del día) para actividades en tierra</li> </ul>
9. evitar la dispersión, por acción del viento, de partículas de suelos expuestos	<ul style="list-style-type: none"> <li>minimizar contaminación de aire</li> <li>minimizar daños a parcelas, pastos, cultivos</li> <li>evitar molestias y enfermedades a las comunidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>construir con prontitud obras terrestres u ocupar terrenos para reducir los períodos de exposición al viento y agua</li> </ul>

### 3. Normas aplicables a la instalación y operación de campamentos y obradores (talleres, depósitos de materiales, depósitos de combustibles y lubricantes, etc)

¿Qué? el contratista debe:	¿Para qué? la norma tiene por objeto:	¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:
1. impedir que los materiales de explanación lleguen a la red de drenaje o cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar contaminación de las aguas</li> <li>• evitar atarquinamiento de arroyos y canales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apilar los suelos y residuos de la explanación</li> <li>• habilitar áreas de relleno y disponer allí los residuos</li> </ul>
2. impedir quema de materiales de cualquier tipo (llantas, basuras, desechos, materiales sintéticos, cartón, residuos de lubricantes, etc)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar emisiones difusas de gases y partículas</li> <li>• evitar olores desagradables y molestos a la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recolectar, clasificar y transportar los residuos y desechos a sitios de acopio y áreas de relleno</li> <li>• acopiar materiales sintéticos para reciclaje o disposición adecuada en rellenos sanitarios industriales</li> </ul>
3. proveer un sistema adecuado de manejo de excretas, en campamentos, obradores y sitios de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar contaminación de las aguas</li> <li>• minimizar riesgos sanitarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• construir cámaras sépticas y pozos de absorción</li> <li>• almacenar aguas servidas, transportar y tratar en instalación industrial idónea</li> <li>• instruir al personal sobre uso adecuado de sistemas sanitarios</li> </ul>
4. evitar en los campamentos y obradores la mezcla de diferentes tipos de residuos: biodegradables, tóxicos e inertes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar contaminación de suelos y aguas freáticas y facilitar manejo de residuos</li> <li>• facilitar reciclaje de residuos (vidrio, madera, metal, papel, grasas, aceites, plásticos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instruir al personal sobre uso adecuado de sistemas de disposición de residuos</li> <li>• suministrar recipientes herméticos, rotulados para cada clase de residuo</li> <li>• establecer políticas de premios y sanciones</li> </ul>
5. evitar la dispersión en el ambiente de basuras, aceites y lubricantes usados, residuos sólidos y líquidos derivados de la limpieza o mantenimiento de maquinaria y equipos o del desmantelamiento de talleres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar riesgos de contaminación de suelos y aguas</li> <li>• reducir riesgo de accidentes</li> <li>• evitar daños y molestias a la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aislar los obradores de cursos de agua, cultivos y viviendas</li> <li>• retener residuos en trampas o coleccionar en recipientes herméticos para disposición en rellenos sanitarios industriales</li> <li>• diseñar y preparar depósitos con geotextil impermeable, para disposición de residuos</li> </ul>
6. evitar la dispersión, por acción del viento, de materiales finos almacenados y de los molinos, zarandas, mezcladores de materiales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar contaminación de aire</li> <li>• minimizar molestias o enfermedades pulmonares a las comunidades vecinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• localizar en lo posible los depósitos de materiales finos y obradores de equipos a sotavento de áreas habitadas</li> <li>• construir cubiertas y protecciones laterales en los depósitos de materiales finos</li> </ul>
7. minimizar accidentes en los depósitos de combustibles	evitar incendios de infraestructura habitacional y pérdidas de vidas humanas y bienes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emplazar los depósitos de combustibles a una distancia &gt; 100 m de campamentos, talleres, obradores y zonas habitadas</li> <li>• aislar con cercos de alambre de púas y señalizar adecuadamente con advertencias de peligro</li> </ul>
8. evitar que la acción de la lluvia arrastre suelo y materiales de construcción en los obradores y depósitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar el atarquinamiento en arroyos y cauces</li> <li>• minimizar la destrucción de hábitats acuáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estabilizar y compactar los patios de estacionamiento de maquinarias y de almacenamiento de materiales</li> <li>• construir barreras perimetrales de contención, con cunetas y drenajes adecuados</li> </ul>
9. drenar las acumulaciones de aguas freáticas o de aguas lluvias que surjan en los patios de depósito en los obradores y en los de acopio de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar la formación de hábitats propicios para desarrollo de insectos acuáticos nocivos</li> <li>• evitar molestias a la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conducir por gravedad o bombeo las aguas hacia cauces o depresiones naturales</li> </ul>

### 3. Normas aplicables a la instalación y operación de campamentos y obradores (talleres, depósitos de materiales, depósitos de combustibles y lubricantes, etc)

¿Qué? el contratista debe:	¿Para qué? la norma tiene por objeto:	¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:
10. evitar que obreros y empleados practiquen la cacería o la pesca, recolecten huevos de aves y reptiles y mantengan mascotas en campamentos y sitios de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proteger la fauna silvestre</li> <li>• evitar la competencia por recursos con los pobladores locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• practicar, sin previo aviso, requisas a obreros y empleados y decomisar las arma, equipos, artes y aparejos que puedan ser utilizados en estas prácticas</li> <li>• establecer sanciones y advertir acerca de ellas en los contratos de trabajo</li> <li>• aplicar política de <i>zero tolerancia</i> en sanciones disciplinarias</li> </ul>
11. minimizar ruido en los obradores (talleres, plantas de prefabricación, mezcladoras de hormigón, etc)	evitar molestias a la comunidad	programar trabajos sólo en horarios diurnos
12. abstenerse de emplear biocidas químicos para control de malezas o plagas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar contaminación de suelos y aguas</li> <li>• evitar daños a flora y fauna terrestre y acuática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizar medios mecánicos para control de malezas</li> <li>• aislar campamentos y obradores de los sitios de acopio de basuras y desechos y de charcas naturales</li> <li>• drenar las charcas formadas por el desarrollo de las obras terrestres</li> </ul>
13. asegurar que las construcciones transitorias sean de fácil desmantelamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• restituir las condiciones originales de los sitios de campamentos y obradores</li> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> <li>• evitar sobrecostos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• armar instalaciones desmontables o reutilizables</li> <li>• utilizar materiales reusables o reciclables en vez de desechables</li> <li>• construir instalaciones que puedan ser destinadas posteriormente a usos comunitarios (escuelas, iglesias, centros de salud, centros comunales, etc), previo acuerdo con la comunidad</li> </ul>
14. respetar cerramientos existentes (setos, cercas, alambrados, portillos...), en predios públicos o privados que se ocupen de manera transitoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar tránsito de fauna silvestre o doméstica</li> <li>• evitar accidentes con animales (ganados, mascotas)</li> <li>• evitar molestias a las comunidades y conflictos con propietarios de animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aislar con cercos de alambre de púa el campamento y los obradores</li> <li>• habilitar corredores para libre circulación de animales hacia bebederos y cuerpos de agua</li> </ul>

#### 4. Normas aplicables a la preparación del sitio de obra: accesos, terreno, manejo de aguas superficiales y subterráneas

¿Qué? el contratista debe:	¿Para qué? la norma tiene por objeto:	¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:
1. programar y ejecutar todas las actividades de obra teniendo en cuenta las exigencias de restauración paisajística, contenidas en estas normas, para los terrenos ocupados de manera transitoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• facilitar el restablecimiento de la flora y la fauna acuática y terrestre</li> <li>• evitar sobrecostos y retrasos en la ejecución de la obra</li> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar movimientos de tierra</li> <li>• minimizar compactaciones en patios de obra-dores y caminos de servicio</li> <li>• almacenar residuos de vegetación</li> <li>• almacenar suelo orgánico</li> </ul>
2. minimizar el uso, tránsito, lavado o estacionamiento de equipo móvil en los lechos de arroyos y cauces, así como en sitios distintos de los frentes de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar la perturbación y destrucción de hábitats acuáticos</li> <li>• minimizar la alteración de la calidad de agua para consumo humano, animal o de riego</li> <li>• evitar daños a propiedades de la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• programar la obra considerando los cursos de agua</li> <li>• utilizar siempre el mismo vado</li> <li>• adecuar los sitios de vado con pontones o badenes</li> <li>• utilizar camabajas para traslado de equipos de orugas entre frentes de obra</li> </ul>
3. restaurar las condiciones paisajísticas originales en los vados, cursos de agua desviados o alterados, zonas de préstamos, de cortes y excavaciones, en los accesos transitorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• facilitar el restablecimiento de la flora y la fauna acuática y terrestre</li> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• remover los pontones o badenes</li> <li>• reconstruir bancos y orillares</li> <li>• rectificar canales y reencauzar las aguas</li> <li>• sembrar gramíneas y empradizar taludes</li> </ul>
4. impedir la destrucción negligente de yacimientos arqueológicos, restos fósiles u otro vestigio de interés histórico o cultural en el proceso de excavación o de movimientos de tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• contribuir a salvaguardar el patrimonio cultural del país</li> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustrar al personal sobre el reconocimiento de yacimientos</li> <li>• suspender las actividades de obra en caso de hallazgo</li> <li>• informar al <i>Supervisor ambiental</i> o al arqueólogo (véase Programa 2.)</li> <li>• destacar vigilancia en yacimiento para evitar saqueos</li> </ul>
5. compensar por daños a cultivos, pastos o infraestructura, en islas perennes u orillares por excavaciones y colocación de enrocado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar conflictos con los <i>ocupantes</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evaluar alternativas de obra que minimicen daños</li> <li>• acordar previamente con los <i>ocupantes</i>, propietarios de los cultivos e infraestructura, los procedimientos para su <i>inventario</i> y <i>avalúo</i> y establecer así las compesaciones por daños</li> </ul>
6. minimizar la destrucción o tala de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar la destrucción de hábitats terrestres</li> <li>• evitar daños y conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ubicar obras temporales terrestres y sitios de anclaje alejados de áreas boscosas</li> <li>• tala de bosque requiere <i>Permiso de aprovechamiento forestal único</i> (decreto 1791 del 4 de octubre de 1996) otorgado por Corantioquia (margen izquierda) o CAS (margen derecha)</li> </ul>
7. evitar el transporte de materiales inertes a fuentes de agua potable o de uso agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar la destrucción de hábitats acuáticos</li> <li>• evitar daños y conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apilar el suelo orgánico removido de cortes, préstamos, explanaciones y excavaciones (en tierra firme) para su utilización en obras de restauración</li> </ul>

### 5. Normas aplicables a excavaciones y dragados, cortes a en suelo o en roca, préstamos húmedos o secos y terraplenados

¿Qué? el contratista debe:	¿Para qué? la norma tiene por objeto:	¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:
1. evitar el abandono de materiales de apertura, dragados, cortes, explanaciones o excavaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>evitar la erosión</li> <li>minimizar la contaminación de cuerpos de agua</li> <li>reducir la inhabilitación de hábitats terrestres</li> <li>evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	utilizar los materiales sobrantes para: <ul style="list-style-type: none"> <li>relleno de zonas préstamo</li> <li>construcción de terraplenes y afirmados en playas de obradores y accesos</li> <li>nivelación de depresiones</li> </ul>
2. evitar en los sitios de obra que la acción de la lluvia arrastre y transporte a los cuerpos de agua suelo y otros materiales inertes	<ul style="list-style-type: none"> <li>proteger hábitats acuáticos</li> <li>reconstruir hábitats terrestres</li> <li>facilitar el restablecimiento de la flora y fauna terrestres</li> <li>evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>disponer los materiales sobrantes de dragados, cortes y excavaciones en los préstamos abandonados</li> <li>diseñar y habilitar escombreras</li> </ul>
3. restaurar las condiciones paisajísticas en zonas de préstamos, de cortes y de excavaciones, canteras abandonadas, escombreras	<ul style="list-style-type: none"> <li>proteger los hábitats acuáticos</li> <li>facilitar el restablecimiento de la flora y fauna terrestres</li> <li>evitar la erosión</li> <li>evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hacer movimientos de tierra correctivos y terracear taludes</li> <li>cubrir superficies con el suelo orgánico almacenado</li> <li>construir drenajes y cunetas para encauzar escurrimiento</li> <li>revegetalizar superficies planas</li> <li>sembrar gramíneas o empradizar taludes</li> </ul>
4. evitar la extracción de materiales, excepto relleno hidráulico, de los lechos de caños, arroyos o jagüeyes	<ul style="list-style-type: none"> <li>proteger los hábitats acuáticos</li> <li>minimizar molestias a la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>identificar fuentes alternativas de materiales</li> </ul>
5. evitar el depósito de materiales dragados o excavados en islas perennes, con bosques o rastrojos o aprovechados en cultivos o pastos	<ul style="list-style-type: none"> <li>proteger poblaciones de flora y fauna nativas</li> <li>evitar conflictos con ocupantes de islas y orillares perennes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>depositar materiales aguas abajo de los diques o en islas efímeras recién formadas</li> <li>si es inevitable el depósito en una isla perenne, debe negociarse con los ocupantes; véase norma 4.5</li> </ul>
6. no conformar pilas con los depósitos de materiales dragados	<ul style="list-style-type: none"> <li>impedir la formación de barreras al libre movimiento de vertebrados terrestres o de hábitos anfibios (ponches, babillas, )</li> <li>reducir las posibilidades de empozamiento y cría de insectos excoiratrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>conformar depósitos extendidos o rellenar valles intercrestas en orillares efímeros</li> <li>restaurar paisaje si es inevitable depositar en islas u orillares perennes</li> </ul>
7. llevar a cabo las actividades de excavación, dragado y depósito de materiales de ellas derivados, de tal manera que no se causen daños a bienes, semovientes ni personas ni se interfiera con el normal desarrollo del trabajo de éstas (e. g., extracción de materiales, tendido y recogida de redes de pesca, paso de embarcaciones...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>evitar conflictos con usuarios del río o sus recursos (ocupantes de islas y orillares perennes, dueños u operadores de embarcaciones, pescadores y propietarios de explotaciones de materiales de construcción)</li> <li>evitar accidentes y pérdidas de bienes y vidas humanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>señalizar sitios de obras y anunciar carácter temporal de restricciones y su duración</li> <li>destacar señalización que advierta peligro para personas y ganados, de licuefacción de sedimentos en áreas de depósito (<i>trampa de arenas movedizas</i>)</li> <li>aislar áreas de arenas movedizas con cercos sobre boyas, electrizados, alimentados con pilas solares o con alambre de púas</li> </ul>
8 depositar materiales de excavación y dragado sobre substratos de bajo valor o importancia natural o cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>respetar áreas de trabajo e inversiones de ocupantes de islas y playones fluviales</li> <li>minimizar pérdidas de nidos de reptiles (babilla, tortugas, culebraes, lobo pollero, iguanas, etc.) o aves o madrigueras de mamíferos terrestres, en islas efímeras o perennes. Nido tocado = nido perdido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>depositar preferiblemente en áreas en proceso de desecación (aguas abajo de diques) o en áreas efímeras (islas u orillares) tan pronto se formen, antes de que organismos las usen para anidación o refugio</li> <li>eludir depósitos sobre áreas con: bosques, rastrojos, pastos, cultivos o con materiales en explotación (cantos rodados, arenas...)</li> </ul>

## 6. Normas aplicables al retiro del contratista, desmantelamiento de campamentos y obradores

¿Qué? el contratista debe:	¿Para qué? la norma tiene por objeto:	¿Cómo? para cumplir con la norma se recomienda al contratista:
1. desmantelar los campamentos, patios de almacenamiento, talleres, infraestructura eléctrica y sanitaria, cercas, vallas, señales y demás construcciones e infraestructuras provisionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> <li>• restablecer el funcionamiento original de las áreas ocupadas de aduerdo con las exigencias de los usuarios o propietarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• demoler construcciones e infraestructura no susceptibles de habitación para uso comunitario o no deseadas por la población</li> <li>• disponer los desechos en escombreras adecuadas</li> <li>• ofrecer a la comunidad los materiales reusables o reciclables o las construcciones</li> <li>• retirar materiales no deseados</li> </ul>
2. restaurar las condiciones físicas de los suelos en campamentos y obradores y restaurar el paisaje de acuerdo con estas normas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• restablecer el funcionamiento original de los predios</li> <li>• facilitar la revegetalización espontánea</li> <li>• evitar conflictos con la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• readecuar accesos y patios con rastras de disco</li> <li>• rellenar cámaras sépticas y pozos absorbentes</li> <li>• cubrir superficies con suelo orgánico almacenado</li> <li>• revegetalizar superficies planas</li> <li>• sembrar gramíneas o empradizar taludes</li> </ul>
3. cancelar todas las deudas de la empresa constructora con personas o comunidades de la región, por concepto de sueldos, jornales, prestaciones sociales y demás pagos contractuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar conflictos con la comunidad por perjuicios causados por incumplimiento en los pagos a miembros de la comunidad de bienes vendidos o servicios prestados o derechos de paso y servidumbre o daños ocasionados a bienes e infraestructura privada, etc. por parte de la empresa contratista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• informar a la comunidad del retiro definitivo del contratista con al menos 3 semanas de antelación</li> <li>• revisar y verificar que todas las deudas sean saldadas</li> <li>• obtener de la <i>Interventoría ambiental</i> (véase Programa 8) un <i>paz y salvo</i>, como requisito previo para la liquidación de los contratos de obra por parte de COR-MAGDALENA</li> </ul>
4. verificar que el personal de obra -obros, capataces, supervisores, subscointeristas, proveedores, etc.- cancelen las deudas personales contraídas con miembros de la comunidad por el suministro de insumos o prestación de servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evitar conflictos con la comunidad por perjuicios causados por incumplimiento en los pagos a miembros de la comunidad de bienes vendidos o servicios prestados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• informar a la comunidad del retiro de personal con al menos dos semanas de antelación</li> <li>• requerir para vacaciones y retiros definitivos de personal de obra un <i>paz y salvo</i> expedido por la <i>Interventoría ambiental</i> (véase Programa 8.)</li> <li>• no autorizar vacaciones ni retiro de personal sin <i>paz y salvo</i></li> </ul>

## Divulgación

Es claro que la mera inclusión de las normas en los documentos de licitación y contratación no implica su cumplimiento por parte del personal de los contratistas, pues los infractores (obreros, capataces, supervisores, etc.) normalmente no tienen acceso a dichos documentos. Para suplir esta dificultad se recomienda que Cormagdalena exija a los contratistas la estructuración de una campaña de divulgación de dichas normas (véase Programa 3. Información y comunicaciones).

## Control y vigilancia

El contratista debe establecer un procedimiento/mecanismo de control y vigilancia para asegurar que su personal, el de sus subcontratistas y proveedores acate las normas ambientales y desarrolle su trabajo de acuerdo con ellas. De otra parte, debe tomar decisiones cuando las normas no puedan ser aplicadas o se queden cortas del objetivo y dirimir interpretaciones conflictivas/divergentes de una norma o procedimiento ambiental. Este esquema tendrá supervisión externa ejercida por la Interventoría ambiental

El cumplimiento de estas normas será vigilado por funcionarios de la interventoría ambiental, quienes informarán permanentemente al contratista para que éste efectúe las correcciones y ajustes del caso.

## Costos

rubros de costo	costos ( $1 \cdot 10^6$ co\$)
personal	35,6
equipos y herramientas	37,1
<i>oficina</i>	9,4
<i>campo</i>	6,3
<i>comunicaciones</i>	4,9
<i>movilización/transporte</i>	16,6
recurrentes	17,4
$\Sigma$	90,2

rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/mes $1 \cdot 10^6$ co\$/unidad	$\Sigma 1 \cdot 10^6$ co\$
<b><i>personal</i></b>					<b>35,6</b>
supervisor	mes	20	0,4	2,5	20,0
auxiliar	mes	20	0,5	1,2	12,0
secretaría	mes	20	0,2	0,9	3,6
<b><i>equipos</i></b>					<b>37,1</b>
oficina	mes	20		0,5	9,4
campo	mes	18		0,4	6,3
comunicaciones	mes	18		0,3	4,9
movilización/transporte.	mes	18		0,9	16,6
<b><i>recurrentes</i></b>					<b>17,4</b>
operación oficinas	mes	20		0,2	3,4
operación campo	mes	18		0,1	2,0
operación vehículos	mes	18		0,7	12,1



## 2 Manejo del patrimonio arqueológico

### Síntesis de programa 2: manejo de patrimonio arqueológico

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ajustar solicitud de <i>Licencia de Excavación y Exploración</i> a los delineamientos de ICANH y a las características de las obras del POEM</li> <li>- identificar, evaluar y diagnosticar las consecuencias que sobre el patrimonio arqueológico de la nación generen las obras del POEM</li> <li>- ajustar procedimientos de obra a normas existentes sobre el patrimonio arqueológico de la nación</li> <li>- evitar, mitigar o compensar la alteración o destrucción del patrimonio arqueológico</li> <li>- gestionar ante el ICANH los permisos y autorizaciones para la transferencia de las colecciones de materiales arqueológicos resultantes del programa a una institución -museo, casa de la cultura u ente académico- competente e idónea para alojarlos, conservarlos y darlos a conocer.</li> </ul>	<p><i>actividades previas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- informar a todo el personal del POEM sobre las leyes y normas para un adecuado manejo del patrimonio arqueológico</li> <li>- identificar los sectores de interés mediante prospección y rescate arqueológico en el área del POEM</li> </ul> <p><i>actividades paralelas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoría arqueológica de sitios de obra, sitio a sitio</li> </ul> <p><i>actividades posteriores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rescate de los yacimientos arqueológicos detectados en la prospección</li> <li>- elaboración de un informe final donde se integren las problemáticas de investigación, las evidencias identificadas y los procedimientos empleados.</li> </ul>	<p>permanente durante período de obras, inicia mes [-1], termina mes [18] puede ser modificado o cancelado como resultado de evaluación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ejecución:</b> equipo arqueológico especializado de contratista de obras (arqueólogo, auxiliar, obreros)</li> <li>- <b>supervisión:</b> interventoría ambiental</li> <li>- <b>alternativa:</b> contrato externo con institución universitaria especializada</li> </ul>

### Antecedentes y justificación

El patrimonio arqueológico es definido por el § 6° de la Ley 397 de 1997 como aquellos muebles o inmuebles originarios de culturas desaparecidas o pertenecientes a la época colonial, así como los restos humanos y orgánicos relacionados con esas culturas. Igualmente, forman parte de dicho patrimonio los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes. Es obligación del Estado y de los particulares minimizar la pérdida del patrimonio arqueológico. “La política estatal en relación con el patrimonio arqueológico tendrá como objetivos principales la protección, la conservación, la rehabi-

litación, divulgación y recuperación de dicho patrimonio, con el propósito de que éste sirva de testimonio de la identidad cultural nacional tanto en el presente como en el futuro” (Decreto 833 de 2002)

Por sus características geográficas, el valle medio del río Magdalena es considerado por los arqueólogos como un corredor natural para desplazamientos desde las tierras bajas tropicales hasta las tierras altas andinas. Este proceso de colonización habría durado unos 12 siglos (11000 a.C. a 1200 d.C.), período en el cual ocurrieron los cambios sociales que desembocaron en la ocupación humana de las vertientes cordilleranas oriental y central, así como en el desarrollo de la cerámica y de la agricultura, (Correal, 1977).

En el área del POEM se han reportado 12 fechas de radiocarbono, entre 10400 a.C. ( ICANH, 1994 ) y 3130 años a.C. ( López y Botero, 1993), éstas representan el 95% de las fechas de radiocarbono de la ocupación temprana -11000 a.C. a 3.000 a.C. Durante estos 8.000 años los cazadores - recolectores ocuparon las terrazas próximas a los biotopos acuáticos y anfibios, donde desarrollaron sus actividades sociales y productivas como la pesca, la cacería y la recolección generalizada, Correal, 1977 . Una ocupación tan antigua como la que sucedió en la región del Magdalena Medio guarda importantes claves para entender el proceso histórico del poblamiento temprano de Sudamérica y las influencias que sobre él pudieron tener los cambios climáticos acaecidos entre el final del pleistoceno, hacia 11.000 años a.C. y el holoceno temprano, 9.000 años a.C.

Los vestigios arqueológicos se reducen a artefactos perdurables de metal, piedra y cerámica; otros restos (e. g., cestería, tejidos, semillas, pieles, huesos, etc.) son descompuestos muy rápidamente por acción de bacterias y otros microorganismos, favorecidos por las altas humedades y temperaturas. En la región del POEM los vestigios se encuentran principalmente en los biotopos terrestres: terrazas y colinas disectadas, en donde se levantaron viviendas; en los biotopos acuáticos o anfibios la probabilidad de un hallazgo es mucho más baja por cuanto la gran dinámica fluvial perturba notablemente los yacimientos; sin embargo, es posible encontrar eventualmente algunos cubiertos con gruesas capas de sedimentos.

Aunque las obras del proyecto POEM se desarrollan en su mayoría sobre el cauce (control hidráulico) y los orillares del río (protección de orillas), algunas de ellas se anclarán en terrazas y colinas donde la posibilidad de hallazgo es más alta. De otra parte, se requerirán pequeñas áreas en tierra firme (e. g., para accesos y embarcaderos, patios de acopio, campamentos y otros obradores); estas obras amenazan los restos arqueológicos de la región del POEM; véase ficha 21.<sup>32</sup> y cuadro de puntos críticos en capítulo de Diacon alto potencial arqueológico.

Este programa pretende precisar los niveles permitidos de intervención y las condiciones de manejo del potencial arqueológico, además de identificar y evaluar los contextos arqueológicos y los puntos críticos de muestreo arqueológico al interior del área de influencia directa del proyecto POEM. De esta manera se da cumplimiento a lo establecido en los artículos 70, 71 y 72 de la Constitución Política y desarrollados en la Ley general de la cultura ( Ley 397 de 1997 ) y en el Decreto 833 de 2002 que reglamenta el manejo del Patrimonio Arqueológico Nacional.

<sup>32</sup> En el capítulo de diagnóstico arqueológico se identifican 5 sitios en los sectores I, II y III (estructuras n° 10., 14., 19., 22. y 24.), en donde se realizarán revestimientos en trinchera con colocación de enrocado, en cercanías de o anclados en *terrazas y colinas disectadas* -los biotopos más susceptibles de alojar yacimientos arqueológicos. Por esta razón se denominan *puntos críticos*, en ellos se concentraría en principio la prospección arqueológica.

**Costos**

rubros de costo	costos (1·10 <sup>6</sup> co\$)	rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/mes 1·10 <sup>6</sup> co\$/unidad	∑1·10 <sup>6</sup> co\$
personal	62,2	<b>personal</b>					<b>62,2</b>
equipos y herramientas	23,9	arqueólogo	mes	18	1	2,5	45,0
<i>oficina</i>	5,6	estudiante de antropología	mes	9	1	1,4	12,2
<i>campo</i>	4,0	obreros	jornal	200	1	0,0	5,0
<i>comunicaciones</i>	3,2	<b>equipos</b>					<b>23,9</b>
<i>movilización/transporte</i>	11,0	oficina	mes	18		0,3	5,6
servicios externos	13,8	campo	mes	18		0,2	4,0
recurrentes	11,4	comunicaciones	mes	18		0,2	3,2
∑∑ programa 2.	111,2	movilización/transporte.....	mes	18		0,6	11,0
		<b>servicios externos</b>					<b>13,8</b>
		datación con <sup>14</sup> C	muestra	6		1,0	6,0
		análisis de suelos	muestra	6		0,1	0,6
		análisis de fitolitos	muestra	6		0,5	3,0
		análisis de polen	muestra	6		0,5	3,0
		análisis de macrorestos	muestra	6		0,2	1,2
		<b>recurrentes</b>					<b>11,4</b>
		operación oficinas	mes	18		0,1	2,0
		operación campo	mes	18		0,1	1,3
		operación vehículos	mes	18		0,4	8,0

### 3 Información y comunicaciones

El programa responde a la necesidad de reforzar la aceptación y comprensión de los objetivos del PMA y persuadir al personal de obra para que colabore en su ejecución. Los objetivos básicos del programa son:

- definición de público objetivo interno (contratistas, proveedores y sus empleados...) y externos (comunidades residentes, usuarios de recursos, transeúntes).
- diseño de contenidos, medios, procedimientos
- divulgación del PMA (objetivos, alcances y procedimientos)
- difusión hacia las comunidades litorales de información periódica y esporádica sobre avances y sucesos relacionados con las obras del POEM y el PMA

El programa, global para todo el sector, debe dejar lecciones para mejorar el manejo de problemáticas comunes de la comunicación interna y externa. El programa complementa el de comunicaciones externas (con la población residente o usuaria de recursos en cercanías de los sitios de obras), a cargo de la *Interventoría ambiental*, véase programa 8, al cual está supeditado..

#### Síntesis de programa 3: información y comunicaciones

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
- divulgar internamente -entre el personal de obra- los objetivos, procedimientos, programas y actividades del PMA, en particular las normas ambientales (Programa 1.)	- manual ambiental para <i>todo el personal</i>	permanente durante fase de obras	- <b>diseño y producción de materiales:</b> contrato externo con firma especializada
- informar a la comunidad acerca de temas de sus interés, definidos por la <i>Supervisión ambiental (fase de obras)</i> , véase Programa 1.	- inducción de PMA en enganche de personal	- diseño: mes [-2] a mes [1]	- <b>implementación:</b> equipo de contratista (2 personas)
	- diseño, producción y empleo interno (para el personal de obra), de materiales divulgativos en diversos medios (afiches, plegables, video y audio)	- implementación mes [1] a mes [18]	<b>supervisión:</b> equipo de interventoría ambiental (1 persona)
	- informes de seguimiento		<b>alternativa:</b> contrato externo global
	- informes de evaluación		

Dados el tamaño de la obra, la corta duración de la fase de construcción y la reducida población residente el área del POEM, la campaña puede limitarse a los materiales que se describen brevemente a continuación. La *Interventoría ambiental* (Programa 8.) o CORMAGDALENA analizan y aprueban a priori los contenidos del manual ambiental, de los afiches y del audiovisual -materiales divulgativos generales dirigidos al personal de los contratistas, en obra- y revisan y aprueban diseños finales pre-producción. La *Supervisión ambiental (fase de obras)*<sup>33</sup> será responsable del contenido de:boletines, volantes y carteleras, publicaciones periódicas o esporádicas de distribución interna y externa.

- *manual ambiental* para personal de obra, en formato de cartilla, con las normas específicas -no la guía planteada en el programa 1- redactado en términos simples, ilustrado con diagramas y dibujos sencillos
- *afiches* ilustrativos de normas específicas (v. gr., sobre manejo de residuos de purga de motores y desechos de talleres) o de situaciones críticas o complejas particulares (e. g., confraternización del personal de obra con menores de edad vecinos del sitio de obra)
- *boletines* internos, información y anuncios sobre eventos, v. gr., inspecciones anunciadas de diferentes frentes de obra o sobre temas pertinentes al programa, e. g., nuevas normas o nuevas sanciones por incumplimiento o estímulos por acatamiento
- *volantes* para difusión de información del contratista entre la población local o dar respuesta a inquietudes generales de ésta (véase *Norma ambiental 1.6*)
- *carteleras* colocadas en sitios visibles de los frentes de obra, los obradores en tierra firme y en sitios públicos en los asentamientos con la misma información de los volantes
- *audiovisual (AV)* corto, ambientado con material foto- o videográfico del río Magdalena y de experiencias de entidades colombianas (CORMAGDALENA, INVÍAS, Ministerio de Transporte o sus contratistas) en obras análogas en el país. Vídeo debe resaltar el papel fundamental del personal de obra en la protección ambiental, de los recursos y en el mantenimiento de buenas relaciones con la población residente cerca de los sitios de obra

<sup>33</sup> La *Supervisión ambiental (fase de obras)* es el canal único autorizado del contratista para suministrar información a terceros (población litoral, pescadores, transeúntes, etc.); ella deberá consultar dudas con la *Interventoría ambiental* antes de responder, véase *Norma ambiental 1.6*.

**Costos**

rubros de costo	costos (1·10 <sup>6</sup> co\$)	rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/mes (1·10 <sup>6</sup> co\$)	∑1·10 <sup>6</sup> co\$
personal	21,9	<b>personal<sup>1</sup></b>					<b>21,9</b>
equipos y herramientas	2,1	supervisor	mes	20	0,2	2,5	7,5
<i>oficina</i>	0,0	auxiliar	mes	18	0,5	1,2	10,8
<i>campo</i>	2,1	secretaría	mes	20	0,2	0,9	3,6
<i>comunicaciones</i>	0,0	<b>equipos<sup>1</sup></b>					<b>2,1</b>
<i>movilización/transporte</i>	0,0	oficina	mes			0,5	0,0
servicios externos	15,3	campo (vídeo beam + portátil)	mes	3		0,7	2,1
recurrentes	3,6	comunicaciones	mes			0,3	0,0
∑	42,8	movilización/transporte.....	mes			0,9	0,0
		<b>servicios externos</b>					<b>15,3</b>
		diseño/producción impresos	impreso	4		1,7	6,6
		diseño/producción AV	AV	1		8,7	8,7
		<b>costos recurrentes<sup>1</sup></b>					<b>3,6</b>
		operación oficinas	mes			0,2	0,0
		operación campo	mes	18		0,2	3,6
		operación vehículos	mes			0,7	0,0

<sup>1</sup> Una parte de los costos de personal (véase columna *f dedicación*), de equipos y de operación de oficinas y vehículos, están contemplados en el montaje de programa 1., por ello su monto en este programa es menor.

## 4. Restauración ambiental

La ocupación permanente de espacios terrestres o anfibios. v. gr., para anclajes de estructuras o transitoria para obradores, vías de acceso, etc. conlleva necesariamente la tala de vegetación, la remoción de horizontes superficiales del suelo y su compactación. La legislación ambiental exige la reposición de los fragmentos de hábitat alterado o destruido. El objetivo de este programa es atender estos requerimientos. En la evaluación ambiental se indican al menos dos circunstancias en las que las obras del Poem inducen cambios que ameritan la adopción de medidas de restauración:

- ficha 10 , restauración de suelo y cobertura vegetal en áreas adecuadas para POEM y alteradas por compactación de suelos: patios de acopio, pisos de obradores, vías de servicio; del orden de magnitud de cientos a miles de m<sup>2</sup> por sector
- ficha 12 , restauración de biotopos terrestres y anfibios alterados por reducción de componente uniformidad de diversidad

### Síntesis de programa 4: restauración ambiental

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
Diseñar e implementar actividades para:  - restaurar estructuras naturales (especies, suelos, drenajes, pendientes...) alteradas por el POEM,  - rehabilitar biotopos (permitir y estimular procesos naturales de colonización, dispersión, sucesión, regeneración...) y  - en atención a requerimiento legal, reponer mediante áreas de compensación, aquellas deterioradas o destruidas directamente por actividades del POEM, v. gr., área terrestre, ocupada permanentemente por un anclaje	<b>actividades previas:</b> - diseño - selección de spp - recolección de propágulos - montaje de semilleros y viveros  <b>actividades paralelas a obras:</b> - salvamento de especies - acopio de suelos  <b>actividades posteriores:</b> - rehabilitación de biotopos (reposición de suelos, drenajes, pendientes...) y coberturas (siembras y mantenimiento inicial) - monitoría y seguimiento - informes de seguimiento - informes de evaluación	permanente durante fase de obras: - previas: mes [1] a mes [2]  - paralelas mes [3] a mes [17]  - posteriores mes [5] a mes [18]	- <b>diseño, monitoría, coordinación:</b> equipo ambiental del contratista (2 personas), con asesoría externa forestal y social  - <b>ejecución:</b> mano de obra de contratista (≈ 54 - 62 jornales/estructura), con asesoría externa forestal y social  <b>supervisión:</b> equipo de interventoría ambiental (1 persona)  <b>alternativa:</b> contrato externo con firma especializada

### Justificación

Aunque se demuelan las construcciones y se retiren los escombros, las áreas alteradas tardarán mucho tiempo en regresar a una condición natural porque los bancos de semillas del suelo han desaparecido, las fuentes de propágulos están distantes, el drenaje impedido, los suelos compactados... Se requiere inducir los procesos de colonización y poblamiento y dar mantenimiento a las áreas restauradas para propiciar el desarrollo sucesional y el libre movimiento de fauna.

Las normas ambientales aplicables a las situaciones mencionadas tienen por objeto facilitar estos procesos, v. gr., normas sobre tala, remoción de suelo, almacenamiento de suelo orgánico y de propágulos, manejo de drenajes, etc. (véase normas ambientales 4.).

### Etapas de desarrollo

El programa de restauración es global, su implementación está asociada a estructuras particulares y a obradores y vías de acceso que deban ser construidas para el proyecto. El programa se desarrolla en 3 etapas:

(i) diseño global para definir procedimientos, oportunidad de ejecución, criterios de trabajo y de selección de alternativas de sitios y métodos; es aplicable a biotopos terrestres en y ca. áreas de obradores, estructuras terrestres visibles y áreas de compensación, según exigencias de normas ambientales vigentes.

(ii) desarrollo de actividades de restauración y mantenimiento propiamente, paralelas al avance de obras,

(iii) evaluación<sup>34</sup> de los resultados sitio a sitio, desde dos ángulos: en primer lugar el legal y administrativo, grado de cumplimiento de metas (áreas, especies, supervivencia, etc.) y requerimientos legales (e. g., áreas de compensación) y en segundo lugar, el ambiental, i. e., los logros y fallas de la restauración en materia ecológica (cobertura, diversidad, fauna visitante y herbivoría...) y

en cuanto a los aspectos sociales (v. gr. grado de satisfacción con la restauración del paisaje y del patrimonio natural y satisfacción con las compensaciones laborales por el trabajo desarrollado)

Los sitios y superficies a restaurar no son definibles a priori, pueden definirse desde la etapa 1.2 del cronograma de obras: localización y replanteo actualización de topografía y batimetría, sin embargo, la restauración debe atender las áreas objeto a medida en dos momentos: (i) en las etapas 1.4 (desmonte y limpieza) y 1.5 (descapote), del cronograma de obras para asegurar el adecuado manejo de suelos y propágulos y (ii) una vez la estructura ha sido construida o los obradores se han demolido y desmantelado.

### **Asesoría externa para diseño y evaluación**

El diseño del programa y su evaluación inicial, requiere la asesoría personal o institucional de un especialista forestal para el detalle de la restauración propiamente (tratamiento de suelo, manejo de propágulos, siembra y mantenimiento, etc.) y social para el manejo de las relaciones laborales con la población litoral (contratación, remuneración, dotación, etc.). El manejo y coordinación de mano de obra de las actividades de restauración, está a cargo del personal ambiental del contratista (PAC).

La supervisión de las obras y de las relaciones con la población (diferentes de las laborales con la mano de obra local) será ejercida por la Interventoría ambiental, mediante inspecciones periódicas de los sitios de obra y eventuales en casos de quejas o reclamos o incidentes con la población local.

---

<sup>34</sup> Esta evaluación es la que se desarrolla al terminar el programa en un sitio particular (estructura, área de compensación u obrador) y es diferente de la evaluación ex post que se lleva a cabo con *posterioridad a la fase de obras del sector* y que se detalla en el subprograma *Supervisión ambiental (fase de servicio)*.

**Costos**

rubros de costo	costos (1·10 <sup>6</sup> co\$)
personal	19,8
equipos y herramientas	29,4
<i>oficina</i>	0,0
<i>campo</i>	29,4
<i>comunicaciones</i>	0,0
<i>movilización/transporte</i>	0,0
servicios externos	25,0
recurrentes	3,6
<b>Σ</b>	<b>77,8</b>

rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/mes (1·10 <sup>6</sup> co\$)	Σ1·10 <sup>6</sup> co\$
<b><i>personal</i></b> <sup>1</sup>					<b>19,8</b>
supervisor	mes	18	0,2	2,5	9,0
técnico forestal o agrícola	mes	18	0,5	1,2	10,8
secretaría	mes	18	0,2	0,9	3,2
obreros	jornal	806	1,0	0,03	20,2
<b><i>equipos</i></b> <sup>1</sup>					<b>29,4</b>
oficina	mes			0,5	0,0
campo	global	1		29,4	29,4
comunicaciones	mes			0,3	0,0
movilización/transporte	mes			0,9	0,0
<b><i>servicios externos</i></b>					<b>25,0</b>
asesoría forestal - social	global	1		25,0	25,0
<b><i>costos recurrentes</i></b> <sup>1</sup>					<b>3,6</b>
operación oficinas	mes			0,2	0,0
operación campo	mes	18		0,2	3,6
operación vehículos	mes			0,7	0,0

<sup>1</sup>. Una parte de los costos de personal (véase columna *f dedicación*), de equipos y los de operación de oficinas y vehículos, están contemplados en el montaje de programa 1., por ello su monto en este programa es menor.

<sup>2</sup>. Asesoría personal o institucional, de ingeniero forestal y especialista en gestión comunitaria, en el diseño e implementación del programa



## 5 Ensayos de protección y conservación

Programa global para todo el sector, a largo plazo, experimental, a ser implementado con la asesoría de una institución conservacionista especializada, en asocio con organizaciones ciudadanas locales. El programa consiste en el diseño, implementación, evaluación, selección y promoción de opciones *-ensayos piloto-* de protección y conservación de hábitats litorales (riparios) para estabilización de orillas y reducción de erosión litoral. .

Los ensayos piloto son complementarios del POEM y buscan la estabilización de márgenes de islas perennes, taludes y orillares, reposición de comunidades boscosas en biotopos anfibios y terrestres litorales (riparios, ribereños), restauración paisajística y recuperación de recursos con especies forestales nativas pioneras, sucesionales y climácicas. Tienen el doble objetivo de reducir la erosión y el aporte de sedimentos al río y de reponer o compensar recursos de bosques y vida silvestre, deteriorados por casusas antecedentes o afectados por obras del Poem. Véase ficha 18 reposición y conservación de recursos de bosque y vida silvestre, reducidos total o parcialmente o con acceso limitado temporalmente por desarrollo de obras del POEM

Las orillas del río, tanto las del lecho mayor como las de las islas perennes aportan gran cantidad de sedimentos durante las fluctuaciones de nivel<sup>35</sup> y durante las avenidas, las primeras son más inconvenientes para la navegación por cuanto el material terrestre que ingresa al río tiende a permanecer cerca del sitio de aporte hasta que puede ser arrastrado en la siguiente creciente. Entre los biotopos terrestres y anfibios de la zona de influencia del POEM, los orillares son el más desprotegido. De una parte por la gran dinámica fluvial del Magdalena en esta zona de furcación y por el uso predominantemente ganadero -y en expansión- en la faja litoral. De acuerdo con funcionarios de CORMAGDALENA<sup>36</sup> la entidad adelanta la formulación de un plan de reforestación de orillares, el programa de ensayos arrojaría resultados antes que el de CORMAGDALENA, los que podrían ser un insumo importante para su diseño.

El diseño de las estructuras del POEM está orientado a modificar el factor de forma de la conductividad hidráulica: área de la sección ( $A$ ) y radio hidráulico ( $R$ ), véase capítulo 1., mientras que los ensayos de protección y conservación (PROSE), intentarían incidir sobre el coeficiente de rugosidad<sup>37</sup> ( $n$ ) de la misma ecuación.

### Síntesis de Programa 5. ensayos de protección y conservación

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- evaluar relación entre coberturas forestales, alternativas de manejo y aprovechamiento y estabilidad de geoformas litorales (orillas, islas, terrazas, bancos...), mediante ensayos piloto de estabilización de orillas con vegetación nativa pionera, sucesional y climácica, en áreas del POEM</li> <li>- seleccionar opciones que mejoren estabilidad</li> <li>- diseñar mecanismos de promoción y adopción de opciones seleccionadas entre:               <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) usuarios, ocupantes, poseedores y propietarios de áreas litorales,</li> <li>(ii) entidades responsables de conservación y protección de RRNN y navegación y</li> <li>(iii) entidades de crédito y seguros agropecuarios</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>diseño</i>: selección de sitios, especies, organizaciones comunitarias, procedimientos de campo, de monitoría y de análisis de resultados</li> <li>- <i>montaje y seguimiento inicial</i> de ensayos</li> <li>- <i>evaluación</i> a mediano y largo plazo</li> <li>- <i>mecanismos de promoción</i>: diseño e implementación</li> <li><b>Informes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de diseño (manual para montaje y seguimiento)</li> <li>- de resultados de evaluación inicial</li> <li>- manual de campaña promocional</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>programa a largo plazo, en cuatro fases (subprogramas)               <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>diseño</i> mes [1] a mes [4]</li> <li>• <i>montaje y seguimiento inicial</i>: mes [5] a mes [18]</li> <li>• <i>evaluación</i>: durante fase de servicio, periódica o asociada a eventos hidrológicos (e. g., crecientes o sequías extremas)</li> <li>• <i>promoción</i>: durante fase de servicio</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>diseño de ensayos piloto</i>: contrato/convenio con entidad especializada (forestal, hidráulica y geotecnia)</li> <li>- <i>montaje y seguimiento inicial</i>: conjunto entre PAC - asociaciones comunitarias locales, con asesoría de equipo de diseño</li> <li>- <i>evaluación</i>: equipo de diseño</li> <li>- <i>difusión y promoción</i>: Cormagdalena con asesoría de entidad promotora de desarrollo</li> </ul>

<sup>35</sup> Con los cambios de nivel se modifica el contenido de agua de los suelos y por tanto su masa. Ésta *incrementa rápidamente* durante los ascensos y *disminuye lentamente durante los descensos* (bombeo hidrostático). El talud expuesto, vertical, es más pesado e inestable en la fase de descenso, grandes bloques de suelo de taludes no consolidados se desploman. La resaca de la navegación en chalupas, con motores de altas revoluciones incrementa este efecto.

<sup>36</sup> Comunicación personal de bióloga Marta Gualdrón e ingeniero Javier Rojas de CORMAGDALENA, Barrancabermeja, 27.02.2007. Según estos funcionarios se espera la definición, por parte de los municipios de las rondas del río (Decreto 1300 de 1946 y Decreto-Ley 2811 de 1974) y la inclusión de las áreas seleccionadas en los correspondientes planes de ordenamiento territorial (POT).

<sup>37</sup> El valor del coeficiente de rugosidad de Manning,  $n$  es función de los materiales de las paredes del canal; varía entre ca. 0,01 en canales de paredes lisas, adoquinadas y ca. 0,20, en paredes naturales franco-arcillosas con vegetación arbórea.



Diversas causas convergen acelerando la erosión litoral y por tanto el aporte progresivo de sedimentos y palizadas al río. La cobertura vegetal nativa de las orillas ha sido reemplazada por pastos para ganado, construcciones y cultivos. La diferencia de sistemas radiculares superficiales de pastos favorece la acción del agua; así, suelos de diferente consistencia y composición, están expuestos no solo a la acción de las lluvias directas sino a las variaciones hidrostáticas en la capilaridad provocadas por el oleaje y las fluctuaciones de nivel, socavando gradualmente el pie de los taludes, formando crestas que por su peso finalmente se desploman.

Fotos: L. M. Otálvaro/ neotropicos , 26.02.2007

## Subprogramas

El programa de evaluación se divide en cuatro subprogramas de duración diferente como se indica en el cuadro síntesis. Cada uno tiene alcances diferentes que se complementan. A continuación se presentan descripciones y comentarios de éstos, referidas principalmente a los procedimientos y costos de implementación.

### 5a. diseño

Corresponde al subprograma inicial con una duración de cuatro meses; desarrollado por especialistas en ciencias forestales, hidráulica y geotecnia, pertenecientes a una entidad especializada con experiencia en el Magdalena. Los especialistas, mediante análisis de cartografía actual y antigua, sensores remotos (aerofotografías e imágenes de satélite), estudios propios de sus disciplinas y visitas de campo, seleccionarán: sitios de ensayos, especies a ensayar, procedimientos de siembra y mantenimiento y protocolos de evaluación (parámetros, frecuencia y metodología de observaciones). Conjuntamente con el equipo del contratista (PAC) y de la Interventoría ambiental, seleccionarán las comunidades locales que posean organizaciones ciudadanas para que ejecuten los trabajos definidos en los ensayos.

El diseño de los ensayos debe centrarse en el manejo de orillas y franjas litorales en zonas sensibles a erosión. A manera de ejemplo se recomiendan los siguientes aspectos: caracterización del tipo de orilla, cobertura y usos; determinación de especies vegeta-

les y hábitos promisorias; establecimiento de parcelas permanentes para su seguimiento, protegidas del pastoreo, del fuego, del leñateo y la cacería para garantizar su permanencia y la validez de los resultados de los ensayos. Se deben incluir parcelas testigo, i. e., que incorporan usos recurrentes y cruzados como las quemadas y pastoreo de ganado.

El equipo debe seleccionar entre 9 y 12 sitios<sup>38</sup>, accesibles desde el río; cercanos y accesibles a posibles ejecutores -comunidades litorales- y representativos de:

- los *biotopos litorales* de interés para el programa, aproximadamente equivalentes a geofomas: (i) isla perenne u orillar bajo, (ii) albardón (iii) colina o terraza
- los sectores I a V del tramo
- las dos márgenes

El resultado de este subprograma es una guía general para procedimientos, actividades y características, comunes a todos los ensayos o sitios y manuales detallados específicos que permitan realizar el montaje y seguimiento de cada uno de los ensayos. La guía y los manuales deben ser útiles, legibles y entendibles, tanto por el PAC como por las personas de las organizaciones comunitarias litorales (OCLs), quienes ejecutarán los trabajos. Se beneficiarán de las evaluaciones tempranas de los resultados de los ensayos y serán ajustados acorde con ellos.

### 5b. montaje y seguimiento

En este subprograma, las organizaciones comunitarias litorales (OCLs) realizan los trabajos en campo bajo orientación del PAC, con base en el manual general para el programa y específico para el sitio definido en la etapa 5a. diseño. Actividades típicas de este subprograma serían:

- documentación del estado inicial del sitio, con base en protocolos para PAC y para OCL definidos en el subprograma 5a. diseño
- adecuación de área de ensayo, manejo de suelo, señalización, cercado; la erosión se puede seguir mediante la colocación de estacas de referencia y con documentación fotográfica y de vídeo
- recolección de semillas y otros propágulos, manejo en vivero
- plantación y mantenimiento
- documentación de cierre del montaje del ensayo, igualmente con base en protocolos del diseño

Para el seguimiento se recomienda la recolección periódica y sistemática de datos sobre el clima (lluvias y temperaturas), los niveles del río, estado de los suelos (anegados, secos, agrietados, etc.), las condiciones de la vegetación del ensayo (hongos, herbivoría, insectos, crecimiento, turgencia, etc.). Por otra parte debe describir y registrar eventos naturales o antrópicos que afecten el desarrollo del ensayo: e. g., crecientes o sequías extremas, incendios forestales, vandalismo y disrupción, etc. Igualmente, el seguimiento se realizaría en dos protocolos complementarios de PAC y de OCL, definidos desde el subprograma de diseño.

Las OCLs deben ser preferiblemente las escuelas de secundaria de las localidades litorales de las dos márgenes. La remuneración al trabajo de las OCLs debe ser preferiblemente en especie (v. gr., materiales didácticos, equipos, amoblamiento, becas para visitas a entidades educativas en Medellín o Bucaramanga (museos de ciencias, jardines botánicos), etc.

### 5c. Evaluación

La evaluación inicial<sup>39</sup> debe ceñirse al objetivo de los ensayos. Es decir, debe evidenciar los cambios en el comportamiento de los taludes y substratos de la franja litoral, como consecuencia del tratamiento aplicado en el ensayo. Por tanto la evaluación se basa en la comparación de parámetros registrados a lo largo del período de ensayo: condiciones previas, antes del montaje, al final de éste y al momento de la evaluación. Los parámetros a analizar deben ser los mismos en cada instancia (ver subprograma 5a.). Se llevarán a cabo dos tipos de evaluaciones: la temporal, es decir una franja antes y después de un ensayo y las espaciales, en la cuales se contrastan biotopos, substratos y tratamientos, este tipo de evaluación incluye una comparación inicial de biotopos y substratos sin tratamiento; ésta podría ser la base para el diseño de los ensayos.

Durante el primer año de la fase de servicio la evaluación de los ensayos debe ser detallada para acopiar suficiente información

<sup>38</sup> En cada *sitio* se desarrolla un número variable de *ensayos*. Cada ensayo puede ser una franja litoral ca. 50 -100 m de longitud y 30 - 50 m de anchura, con condiciones iniciales específicas (biotopo o hábitat, talud, substrato, cobertura, usos, etc.) y sujeta a diferentes tratamientos, v. gr., especies, profundidad, densidad y edad de siembra, etc.

<sup>39</sup> Esta evaluación es la que se desarrolla al terminar el programa para un ensayo particular (biotopo, OCL, tratamiento, etc.) y es diferente de la evaluación *ex post* que se lleva a cabo con *posterioridad a la fase de obras del sector* y que se detalla en el subprograma *Supervisión ambiental (fase de servicio)*.

que permita un adecuado ajuste del programa y en segundo lugar para seleccionar los tratamientos específicos a biotopos y substratos, es decir el insumo del subprograma 5d. promoción.

Para la evaluación inicial se recomienda aplicar los protocolos en las siguientes instancias:

1. fin de montaje, ensayo de protocolo evaluación, como ya se indicó
2. fin estación seca
3. fin estación lluviosa
4. transición de seca a lluviosa

En años posteriores, la periodicidad de las evaluaciones puede ser bianual o trienal o aún más espaciada y desarrollarse en el período de aguas bajas para facilitar las observaciones<sup>40</sup>.

### Etapa 5d. promoción

El subprograma se basa en el uso intensivo de medios modernos de comunicación dirigidos a persuadir a diversos públicos (población ribereña, autoridades civiles, usuarios del río, entidades del sector financiero agropecuario y forestal, sector académico, etc.) a adoptar o respaldar las soluciones identificadas en los ensayos. Por tanto, el subprograma tiene las tres fases típicas de una campaña publicitaria: *creativa*, *ejecutiva* y de *implementación o pauta*. En este informe, sólo se presupuesta la primera: creativa o plan de medios, la cual debe definir los alcances y presupuestos de las otras dos.

Con base en el informe final del subprograma c. evaluación, el equipo consultor define los términos de referencia del plan de medios:

- definición del "*producto*" a promover -las adopción y respaldo de las soluciones idóneas identificadas en los ensayos: debe ser inequívocamente técnica y exacta pero en términos adecuados para su cabal transmisión a diversos públicos
- objetivo del subprograma de promoción
- posibles incentivos (tributarios, crédito preferencial a tasas competitivas, subsidios, etc.) a la adopción de las soluciones identificadas en los ensayos y su viabilidad legal, social, económica y financiera
- públicos objetivo: isleros, pescadores, terratenientes, ganaderos, autoridades ambientales, administraciones municipales y departamentales, gremios de producción, usuarios del río, etc.

El diseño del plan de medios que se contrata como servicio externo, con una agencia de prestigio, especializada en trabajos para el sector agropecuario y forestal. El diseño del plan de medios toma ca 3 semanas, éste, revisado y aprobado por el grupo consultor y CORMAGDALENA es el informe final del subprograma.

<sup>40</sup> El presupuesto de este subprograma está definido para primer año de la fase de servicio únicamente, teniendo en cuenta que los resultados de los ensayos son a mediano (4 - 6 años) y largo plazo (> 6 años). En años subsiguientes el presupuesto depende de los resultados de la primera evaluación y seguramente serán más distanciados en el tiempo, e. g., cada 3 años y asociados a eventos especiales

**Costos<sup>1</sup>**

rubros de costo	síntesis 5a. - d.	5a. diseño	5b. montaje seguimiento	5c. evaluación	5d. promoción
personal (honorarios)	182,2	35,5	89,2	29,0	28,5
personal (viáticos)	17,4	9,0	4,7	7,2	1,2
<i>equipos</i>	25,0	13,6	0,0	3,2	3,5
<i>oficina</i>	5,3	2,5	1,1	1,9	0,9
<i>campo</i>	4,0	2,7	1,5	0,3	0,0
<i>comunicaciones</i>	3,7	1,4	2,1	0,4	0,3
<i>movilización/transporte</i>	11,9	7,0	0,0	0,6	2,3
servicios externos	35,0		0,0	0,0	35,0
recurrentes	10,7	3,2	3,2	1,1	3,2
$\Sigma$	252,9	61,3	97,1	33,3	70,2

**5a. diseño**

rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/unidad (1·10 <sup>6</sup> co\$)	$\Sigma$ 1·10 <sup>6</sup> co\$	días campo	$\Sigma$
<b>personal</b>					<b>35,5</b>		<b>9,0</b>
ing. geotecnista o geomorfólogo	mes	3	0,50	5,25	7,88	15	1,50
ingeniero hidráulico	mes	3	0,50	5,70	8,55	15	1,50
ingeniero forestal	mes	4	0,75	5,10	15,30	25	2,50
auxiliares	mes	3	1,00	1,25	3,75	35	3,50
<b>equipos materiales y herramientas</b>					<b>13,6</b>		
oficina	mes	4		0,63	2,51		
campo	días	35		0,08	2,66		
comunicaciones	mes	4		0,36	1,44		
movilización/transporte	días campo	35		0,20	7,00		
<b>costos recurrentes</b>					<b>3,2</b>		
operación oficinas	mes	4		0,80	3,20		
operación campo	mes				0,00		
operación vehículos	mes				0,00		
$\Sigma$ costos recurrentes							

**5b. montaje y seguimiento**

<b>personal<sup>1</sup></b>					<b>89,2</b>		
supervisor ambiental	mes	14	0,3	2,5	10,5		0
tecnólogo forestal	mes	14	0,5	1,2	8,4		0
secretaria	mes	14	0,3	0,9	3,78		0
mano de obra (3 ensayos 3 biotopos)	ensayo	9		7,392	66,53		

<b>equipos materiales y herramientas<sup>2</sup></b>				<b>4,7</b>
oficina	mes			0
campo	mes	14	0,08	1,06
comunicaciones	mes	14	0,11	1,54
movilización/transporte	mes	14	0,15	2,1
<b>servicios externos</b>				<b>0</b>
<b>costos recurrentes<sup>3</sup></b>				<b>3,2</b>
operación oficinas	mes	4	0,8	3,2
operación campo	mes			0
operación vehículos	mes			0

<sup>1</sup>. El pago por ensayo a OCLS: 4 jornales semanales, durante duración de subprograma (14 meses); 1 jornal = 33.000 \$

<sup>2</sup>. Costos de equipos materiales y herramientas son causados por las OCLS; los de costos de equipos para PAC están contemplados en el montaje del programa 1. Supervisión ambiental (fase de obras)

<sup>3</sup>. Costos recurrentes son causados por las OCLS; los de costos recurrentes del PAC están contemplados en el montaje del programa 1. Supervisión ambiental (fase de obras)

### 5c. evaluación

rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/unidad (1·10 <sup>6</sup> co\$)	Σ 1·10 <sup>6</sup> co\$	días campo	Σ
<b>personal</b>					<b>29,0</b>		<b>7,2</b>
ingeniero geotecnista o geomorfológoc	visita-informe <sup>1</sup>	4		2,5	10	24	2,4
ingeniero hidráulico	visita-informe <sup>1</sup>	4		1,2	0	24	2,4
ingeniero forestal	visita-informe <sup>1</sup>	4		0,9	0	24	2,4
mano de obra (3 ensayos 3 biotopos)	ensayo	9		2,112	19,01		
<b>equipos materiales y herramientas</b>					<b>3,2</b>		
oficina	mes	4		0,47	1,88		
campo	mes	12		0,03	0,3		
comunicaciones	mes	12		0,04	0,44		
movilización/transporte	mes	12		0,05	0,6		
<b>servicios externos</b>					<b>0,0</b>		
<b>costos recurrentes</b>					<b>1,1</b>		
operación oficinas	mes	4		0,27	1,07		
operación vehículos	mes			0	0		

<sup>1</sup>. Personal.

- 4 visitas/año (cada una: campo 6 días; informe 3 semanas), para implementar protocolo diseñado en etapa 5b. montaje
- comunidad desarrolla protocolo complementario (fotos, observaciones de eventos especiales e. g., incendio, borrasca creciente inesperada...) también diseñado desde etapa anterior.
- en caso de pérdida total de un ensayo, equipo asesor debe plantear un ensayo sustituto y ocl debe reimplantarlo

<sup>2</sup>. Equipos materiales y herramientas

- rubros campo y transportes son para ocls durante primer año costos recurrentes
- rubros de operación campo y operación vehículos son para ocls durante primer año

### 5d. promoción

<b>personal consultor</b>					<b>28,5</b>		<b>1,2</b>
promotor de desarrollo	meses	3	0,75	7,50	11,25	4	0,40

## 6. Depuración natural de aguas residuales (DENARIO)

**DENARIO** puede ser un sistema alternativo, innovador, para depuración de las aguas residuales municipales, con base en su circulación a través de una batería de pozos de oxidación y su descarga a una zona renaturalizada de ciénagas/bajos/pantanos, conectada en forma natural con el río Magdalena. **DENARIO** combina el manejo de aguas residuales con la restauración ecológica, la educación ambiental y la producción perdurable de recursos persistentes: madera, leña, vida silvestre, pesca, etc.<sup>41</sup>.

**DENARIO** surge de la necesidad de minimizar las posibles consecuencias deletéreas de las obras del POEM frente a Puerto Berrío por la disminución temporal, cíclica y recurrente -cada estación seca- del nivel de estiaje y la prolongación de su duración; condiciones que disminuyen efectivamente el caudal de dilución de las descargas de aguas cloacales que en la actualidad son vertidas directamente en el brazo del río. Ver detalles en esta página .



Descarga de aguas cloacales crudas en el brazo del Magdalena frente a Puerto Berrío, durante el estiaje del primer semestre de 2007. Nótese las canoas arrimadas justo en la boca del descole. El playón del fondo -con los toldos rojos- se habilita para el esparcimiento durante los días feriados; está sujeto a cambios rápidos de nivel como sucedió el sábado 24.02.2007, cuando éste aumentó ca. 15 cm en 6 horas e impidió su utilización. Estos hechos subrayan la insensibilidad de la población hacia la problemática de la contaminación. El POEM contempla la construcción de un dique de revestimiento, ca. 1.350 m de longitud, a través del brazo, para encauzar las aguas de estiaje hacia el canal de navegación, distal a Puerto Berrío. En consecuencia, los estiajes en el brazo pueden tener niveles más bajos y prolongados; si bien esto favorece la pesca, la recreación y la extracción de arena, puede disminuir los caudales de dilución de las aguas cloacales. Esta situación no será permanente y aún puede no ocurrir por cuanto el Municipio y Aguas de Puerto S. A., adelantan desde 2003 el *Plan maestro saneamiento y vertimientos*, aprobado por CORANTIOQUIA y apoyado financieramente por CORMAGDALENA .

Fotos: L. M. Otálvaro/ neotropicos , 26.02.2007

**DENARIO** se ajusta a las recomendaciones del *Consejo Comunitario de Gobierno - 131 - Sectorial Cormagdalena* (CCG-01 del nuevo mandato) de agosto 12 de 2006, celebrado en Puerto Berrío, cuyos temas centrales fueron: el río Magdalena e inversiones en saneamiento básico con base en recursos del Fondo Nacional de Regalías<sup>42</sup> .

### Marco normativo

- Ley 99 de 1993, §§ 42. y 43, sobre tasas retributivas y compensatorias en general (§ 42.) y sobre tasas por utilización de aguas, en particular (§ 43.)
- Decreto 3100 de 30.10.2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) por medio del cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales
- Decreto 3440 de 21.10.2004 de MAVDT, por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003
- Resolución Minambiente 1433 de 27.12.04, por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos

La legislación vigente requiere que los municipios (usuarios del agua) opten por un plan de manejo de aguas residuales. Éste fue

<sup>41</sup> DENARIO es un proyecto similar al Arcata Marsh , promovido desde el decenio 1970 por la Humboldt State University de California, en la ciudad homónima.

<sup>42</sup> El Fondo Nacional de Regalías como entidad separada desapareció mediante decreto 4355 del 25 de noviembre de 2005 y sus funciones fueron asumidas por la Dirección Nacional de Regalías, adscrita al Departamento Nacional de Planeación. (...) "los pocos recursos que pueda ejecutar el Fondo Nacional de Regalías -no las regalías departamentales y municipales sino las indirectas que maneja el Fondo- sean dedicadas básicamente a tres objetivos en estos cuatro años: el río Magdalena, La Mojana y los programas de prevención y atención de desastres." (...) Registro de Prensa CCG-131, 12.08.2006

registrado en CORANTIOQUIA, la CAR con jurisdicción en Puerto Berrío, en diciembre de 2005. De acuerdo con la escasa información acopiada a la fecha, el plan maestro de saneamiento de Puerto Berrío sería compatible con el concepto de **DENARIO**, pues contempla una batería pequeña, tradicional, de lagunas de oxidación y descarga del agua tratada al río Magdalena. Se requeriría complementar el proyecto en desarrollo con la batería de lagunas que reciba el efluente del sistema previsto, este sería el *pantano* propiamente dicho. En principio, la viabilidad de este concepto se debe averiguar con la Alcaldía Municipal, Puerto Berrío-Antioquia<sup>43</sup>. La página de Internet de Puerto Berrío, es nueva y no contiene información sobre estos aspectos.

## Solución actual en desarrollo

### Plan Maestro Saneamiento y Vertimientos de Puerto Berrío<sup>44</sup>. Plan a 20 años, 2006 - 2026<sup>45</sup>

#### Financiación

- CORANTIOQUIA
- CORMAGDALENA 60% (canal colector / interceptor paralelo al río)
- Municipio de Puerto Berrío
- Aguas de Puerto S. A. E. S. P., empresa de acueducto y alcantarillado de Puerto Berrío

#### Inversiones a la fecha :

- en 2006 1.000 millones \$
- en 2007 1.000 millones \$

#### Componentes<sup>46</sup>

- canal La Fortuna colector / interceptor paralelo al río, financiado por Cormagdalena, descarga a río Magdalena
- planta de tratamiento I LaMalena para 15% caudal, descarga a canal colector
- planta de tratamiento II El Pencil para 15% caudal, descarga a canal colector
- laguna(s) de oxidación 70%

### Programas en ejecución (junio de 2006) por parte de Aguas de Puerto<sup>47</sup>

Reposición de redes de acueducto y alcantarillado, este último incluye construcción de interceptores de aguas lluvias para manejo de inundaciones. Captación en zona N, conducción a canal La Fortuna y de allí al río. Tiempo de evacuación: ca. 2 horas construcción de dos sistemas de alcantarillado en sectores La Malena y El Pencil, cada uno con planta de tratamiento de aguas residuales. Capacidad conjunta para tratar 70% de aguas cloacales.

- laguna de oxidación:
- laguna anaerobia +
- dos lagunas facultativas
- área conjunta = 4 ha
- eficiencia: remoción de 85% de sólidos y materia orgánica
- costo: 3.407 millones \$ con financiación de: CORANTIOQUIA, CORMAGDALENA, Municipio de Puerto Berrío y Aguas de Puerto S. A.<sup>48</sup>.

<sup>43</sup> Municipio de Puerto Berrío, calle 50, Palacio Municipal, segundo piso Tel: 833 21 20 Fax: 833 21 20 Departamento Administrativo de Planeación Municipal - Extensión 130 Correo electrónico: planeacion.ptoberrio@gmail.com

<sup>44</sup> No se tiene información completa a la fecha (14.06.2007), se espera recibir documentación complementaria de  
- CORANTIOQUIA; Subdirección de Calidad: Dra. Diana Jaramillo (teléfono 493 88 88: 130)  
- Alcaldía Puerto Berrío: Departamento Administrativo de Planeación: Ing. José Arturo Morales Meneses (teléfono 833 21 20: 130 | jarmo-me@latinmail.com)

<sup>45</sup> Datos suministrados por ing. José Arturo Morales DMP-Puerto Berrío, en conversación telefónica 15.06.2007 con LCGL difieren de los registrados en informes de prensa. Serán precisados en futuras comunicaciones

<sup>46</sup> Un "maestro" da agua del río a los porteños El Colombiano 03.06.2006 p 7d, facsímil de suelto de prensa

<sup>47</sup> Empresa municipal de acueducto y alcantarillado de Puerto Berrío. Gerente: Dra. Rosa Emilia Querubín

<sup>48</sup> Nuevo alcantarillado en Puerto Berrío El Mundo 23.06.2006 p A7, Facsímil de suelto de prensa



De acuerdo con Conhydra S. A. en Puerto Berrío se instalarán 4.000 m de redes de alcantarillado y se pondrá en funcionamiento 2 plantas de tratamiento de aguas residuales para los barrios Milla Dos, Bodega de Rieles y La Malena, por un valor de 1.258 millones co\$ con aportes de Cormagdalena, el Municipio y Aguas de Puerto S.A. (Ronda paisa). Se tiene proyectado finalizar las obras este mes [junio 2006]. De otro lado, Corantioquia abrió licitación para construir un colector principal y planta de tratamiento de aguas residuales para Puerto Berrío, por un valor de 3.400 millones \$ con aportes de Cormagdalena, administración local y créditos a través de Corantioquia.

## Objetivos de DENARIO

**DENARIO** se plantea como una alternativa para minimizar las consecuencias deletéreas, molestias e incomodidades que las obras del POEM pueden causar en el brazo del Magdalena que corre a lo largo de Puerto Berrío desde los silos, el puerto de las chalupas y los barrios Puerto Colombia y Los Corales. En este brazo descargan no menos de tres colectores cloacales; las obras del POEM en el sector tienen contemplados diques transversales para encauzar las aguas hacia el canal navegable, las cuales redundarán en menores niveles, durante un tiempo más largo, en el brazo, cada verano (época de aguas bajas) y exacerbarán las condiciones deletéreas del agua: H<sub>2</sub>S, mercaptanos, *Escherichia coli faecal*, etc.

## Perfil de proyecto

A continuación se presentan algunos datos que permiten delinear el proyecto, pero que no constituyen especificaciones. La demanda en términos de población servida, caudal utilizado y descargado y carga contaminante, entre otros, no se conocen todavía.

20.000 hab ≈ 25 ha con base en especificaciones de Arcata Marsh

zona urbana de Puerto Berrío: 34.230 hab en 2005

T°C media en Puerto Berrío 28,3°C > Arcata, 10 -16°C todo el año

El dimensionamiento debe contemplar tasas de crecimiento poblacional urbano ≈ 0,029/año en período 1993-2005, es la tasa más alta de la región POEM

El programa DENARIO en Puerto Berrío puede requerir ca. 45 - 60 ha de terrenos inundables, sobre la planicie aluvial actual; lo cual es factible pues una característica de propiedad rural en la región de Puerto Berrío es el predominio del latifundio con propietarios absentistas.

4.714 hab rurales en 2005, incluye Puerto Murillo ca. 1.500 hab

1.250 predios en 1993

1.176 km<sup>2</sup>

94,08 ha = tamaño medio de predios en 1993

## Depuración a través del pantano

- tratamiento primario
- filtración, decantación, remoción de sólidos
- clarificación
- tratamiento secundario
- digestores (liberación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S y producción de lodos)
- lagunas de oxidación (libres de macrófitas acuáticas, consumo de N y P por algas)

Los pasos anteriores son el tratamiento convencional. DENARIO contempla además el paso lento del agua -trh ≥ 10 - 12 días- descargada de las lagunas de oxidación a través del pantano de depuración, con abundantes macrófitas para restringir el crecimiento algal y remover los sólidos y nutrientes restantes. La superficie del pantano es función del caudal a tratar y de la carga contaminante.

## Servicios ecológicos potenciales del pantano de Puerto Berrío

- almacenamiento y depuración de aguas de crecientes y tormentas
- reserva/almacenamiento de agua
- recarga de agua freática
- descarga de aguas de alta calidad
- reducción de GEIs por inmovilización de C y N en materia orgánica
- almacenamiento de germoplasma vegetal y animal
- hábitat de vida silvestre residente y migratoria
- criadero y refugio de alimentación y reproducción de peces de importancia ecológica y económica

- fuente de RRNN de uso comunal: caza, pesca, leña, madera, fibras, etc.
- recreación pasiva
- recreación y educación ambiental
- espacios verdes

## Manejo de DENARIO

El proyecto puede ser formulado, desarrollado y manejado por una *empresa comunitaria*<sup>49</sup> encargada del cuidado y conservación del área de pantano, maneje fauna silvestre acuática y terrestre (pesca y caza controladas para garantizar perdurabilidad)<sup>50</sup> y que produzca y comercialice algunos de los servicios ambientales:

- venta de agua depurada a Puerto Berrío, a CORMAGDALENA a CORANTIOQUIA (tasas retributivas)
- turismo y recreación (alquiler de escenario, infraestructura e instalaciones para eventos periódicos o esporádicos)
- educación ambiental (infantil, juvenil y de adultos)
- producción y venta de energía con biogás o co-generación para consumo interno
- producción y venta de abono orgánico
- CREs por retención de materia orgánica, reducción de NO<sub>x</sub><sup>+</sup> y reemplazo de energía térmica de carbón o gas por biogás

La combinación, en una solución singular, el *manejo de aguas residuales*, con la *restauración ecológica*, la *educación ambiental* y la *producción perdurable de recursos persistentes*: madera, leña, vida silvestre, pesca, etc., otorga de facto a DENARIO el carácter de proyecto ecológico y ambiental que le permitiría beneficiarse de la disponibilidad de fondos y asistencia técnica internacional mediante iniciativas tales como MDL, LIL, GEF, etc., cuyos montos superarían las inversiones requeridas y por supuesto los costos recurrentes.

Una ventaja fundamental de este programa es la autonomía que el Municipio tendría sobre una solución rentable a varios de sus problemas ambientales, pues todos los recursos requeridos están dentro del territorio municipal. Esta ventaja además facilitaría cualquier negociación de asistencia financiera o técnica internacional, por el carácter local o regional de los entes decisores: la CAR y el municipio.

En las últimas semanas, el programa DENARIO ha sido objeto de conversaciones informales y sondeos entre *Neotropicos* (los consultores de este estudio) y el *Instituto de manejo de recursos hídricos y cuencas hidrográficas* (IWG) de la Universidad de Karlsruhe, Alemania<sup>51</sup>. En principio se ha acordado trabajar en la formulación de un proyecto conjunto Neotrópicos - IWG para desarrollar los componentes de depuración de aguas, restauración y educación ambiental de DENARIO, mediante solicitud de asistencia financiera a la Comunidad Europea, para ser presentada antes de finalizar el año en curso. Entre tanto, se adelantaría en Medellín o Puerto Berrío una reunión de interesados<sup>52</sup>, para discutir alternativas de desarrollo del programa.

<sup>49</sup> Concepto de *empresa de propiedad comunitaria*, capitalizada con base en venta de bonos o acciones. Gerenciamiento moderno

<sup>50</sup> Requiere calibración experimental de tasas de remoción de individuos de población, mediante cálculos con base en matrices de Leslie-Lefkovich y simulación con Stella u otro simulador, e. g., script de MacOS X: [http://www.macresearch.org/leslie\\_lefkovich\\_matrix\\_modelling\\_metrics](http://www.macresearch.org/leslie_lefkovich_matrix_modelling_metrics).

<sup>51</sup> Neotrópicos (<http://wiki.neotropicos.org>) es una esal con sede en Medellín, establecida en 1990, dedicada a la estudio, restauración, conservación y aprovechamiento sostenible de los hábitats y recursos del río Magdalena. Neotrópicos ha adelantado varios proyectos en colaboración con el Instituto de planicies Fluviales (<http://www.aueen.uni-karlsruhe.de/>), adscrito al IWG (<http://www.iwg.uni-karlsruhe.de/>) del cual hace parte también el *Instituto para ingeniería ambiental hídrica* (<http://isww.bau-verm.uni-karlsruhe.de/>).

<sup>52</sup> Municipios de Puerto Berrío, Yondó, Barrancabermeja, Puerto Parra y Cimitarra, CORMAGDALENA, DAP-Antioquia, CORANTIOQUIA, CAS, Aguas de Puerto S. A., BSI, Centro nacional de producción más limpia CNPML, Universidad de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia-sede Medellín, entre otros

**Costos**

rubro	unidad	costo unitario	cantidad	$\sum 1 \cdot 10^3$ co\$
<b><i>Inversiones</i></b>				<b><i>1.039.472</i></b>
diseño de montaje y operación de DENARIO	global	211.517	1	211.517
compra de terrenos	ha	5.000	80	400.000
adecuación terrenos	horas máquina	240	560	134.400
construcción y dotación estación de campo	m <sup>2</sup>	1.250	90	112.500
dotación amoblamiento estación de campo	global	27.452	1	27.452
laboratorio (montaje)	global	37.569	1	37.569
equipos de oficina	global	24.690	1	24.690
equipos de comunicaciones	global	3.396	1	3.396
muebles de oficina	global	2.438	1	2.438
vehículos acuáticos	bote-motor	13.965	2	27.930
vehículos terrestres	campero	34.000	1	34.000
	motocicleta	7.860	3	23.580
<b><i>Costos recurrentes (anuales)</i></b>				<b><i>111.887</i></b>
personal administrativo	mes-hombre	1.875	12	22.500
personal científico seguimiento y monitoría	mes-hombre	5.354	12	64.242
personal de apoyo	jornales	25	720	18.000
laboratorio (operación y mantenimiento)	meses	157	12	1.878
operación oficina	meses	103	12	1.235
operación vehículos	meses	336	12	4.032

## 7 Supervisión ambiental (fase de servicio)

Programa global para todo el sector, a realizarse durante la fase de servicio. Tiene por objeto el seguimiento y monitoría (sitios, procedimientos, frecuencia, indicadores e índices, guía de análisis de resultados) de otros programas del *Plan de manejo ambiental* y de eventos especiales, e. g., dragados, reparación de estructuras; crecientes o sequías extremas, etc. y provee información necesaria para el ajuste de dichos programas. No es un seguimiento administrativo ni financiero del cumplimiento de contratos o ejecuciones presupuestales. Es la evaluación de parámetros ambientales susceptibles de haber sido modificados por el POEM o por otros programas del PMA. Las fichas de evaluación ambiental listan estas instancias:

- ficha 8 , documentación de procesos de erosión litoral en biotopos terrestres y anfibios susceptibles de haber sido ocasionados por obras del POEM
- ficha 13 , documentación de colonización, diversidad, tasas de extinción, en taludes y fondos rocosos en áreas POEM
- ficha 15 , documentación de colonización, sucesión, migración y otros procesos ecológicos en áreas de biotopos acuáticos (e. g., canal navegable inducido, brazos y tramos litorales más secos) y anfibios (e. g., orillares e islas perennes)
- ficha 17 , documentación de procesos de fragmentación y colonización y sucesión en biotopos anfibios y acuáticos, perturbados por obras (excavaciones, dragados, colocación de enrocados, etc.); mínimos  $\Delta s$  previstos, varianza natural  $\gg \Delta s$  esperados
- ficha 19 , documentación de dinámica espacial ( $\Delta s$  en elasticidad ) y temporal (estiaje vs. creciente) de recursos pesqueros y aprovechamiento en áreas asociadas a obras y en áreas testigo (sin obras)
- ficha 20 , documentación de uso del suelo y usuarios de islas perennes y playones con obras

### Síntesis de programa 7: supervisión ambiental (fase de servicio)

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoría de procesos ambientales asociados a cambios permanentes, cíclicos o recurrentes en el río, biotopos y recursos asociados y grado de aprovechamiento, como consecuencia de obras del POEM</li> <li>- evaluación de efectividad de medidas de manejo y de proyectos complementarios</li> <li>- ajustes de componentes deficientes según resultados de evaluación</li> <li>- mejoramiento de componentes del POEM en otros sectores y tramos del río</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>diseño:</b> parámetros, localidades, frecuencia, métodos de registro y análisis de información e interpretación de resultados</li> <li>• implementación</li> <li>• <b>informes de monitoría</b></li> <li>• <b>informes de evaluación</b></li> </ul>	programa permanente, a largo plazo, durante fase de servicio; sujeto a modificación o cancelación como resultado de evaluación	contrato/convenio con instituto de investigación, especializado en ecología fluvial y en aprovechamiento sostenible de recursos

### Subprograma de monitoría

Tiene duración indefinida a mediano plazo, 4 - 6 años; el equipo consultor, con sede en Puerto Berrío o Barrancabermeja, diseña -a partir de la terminación de las primeras estructuras- un programa de observaciones tempranas que integre los aspectos identificados en las fichas de evaluación ambiental (véase lista arriba), en función del tipo y localización de las obras.

El programa incluye: sitios a observar, parámetros e indicadores, frecuencia y periodicidad de mediciones, procedimientos de análisis. A priori se recomienda concentrar observaciones en los dos periodos secos del año hidrológico, desde la transición de creciente a estiaje, el estiaje propiamente y el comienzo del período de aguas altas

De otra parte, el equipo consultor implementa y ajusta el programa diseñado, durante el primer año. Con base en los resultados de observaciones tempranas se define programa de años subsiguientes, sujeto a actualizaciones anuales de protocolos.

Para mantener la objetividad de las observaciones y del análisis de resultados, se recomienda evitar al máximo dependencia en información acopiada por residentes y usuarios de recursos u ocupantes de biotopos en áreas cercanas a sitios de obra; estos pueden

tener intereses en conflicto con el POEM y CORMAGDALENA y pueden tener una disposición a sesgar, voluntaria o inadvertidamente los resultados en su propio beneficio

Por la misma razón, las metodologías de captura, registro y manejo, análisis e interpretación de datos, deben basarse en *procedimientos que no permitan inferencia de resultados a partir de registros alisados* sino de conjuntos de datos tomados aleatoria o selectivamente de conjuntos mayores; algunos de estos métodos son: teoría de biogeografía insular, clasificación numérica, análisis de componentes principales. De otra parte es fundamental que el diseño estadístico permita separar las fuentes de variación tanto naturales como inducidas

La documentación de muchos de los procesos y eventos del subprograma requieren descripciones detalladas y comparaciones con procesos y eventos análogos en condiciones diferentes. En estos casos es conveniente el empleo de registros de vídeo y fotografía. El registro en cámara digital y la edición en laboratorio o estudio, no es una tarea artística sino técnica; el registro de vídeo es un documento científico a nálogo a una foto aérea o a una placa de rayos X

## Costos 7a. monitoría

rubros de costo	costos (1·10 <sup>6</sup> co\$)	rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/unidad (1·10 <sup>6</sup> co\$)	∑1·10 <sup>6</sup> co\$	
personal (honorarios)	154,0	<b>personal (consultoría)</b>						<b>154,04</b>
personal (viáticos)	0,0	limnólogo o ictiólogo	mes	12	1,0	4,7	55,8	
equipos	35,0	botánico o ing. forestal	mes	12	1,0	4,4	52,2	
<i>oficina</i>	7,5	ingeniero civil o ambiental	mes	12	0,6	4,1	29,16	
<i>campo</i>	6,4	tecnólogo ambiental o forestal	mes	12	0,8	1,3	11,48	
<i>comunicaciones</i>	4,3	secretaria	mes	12	0,5	0,9	5,4	
<i>movilización/transporte</i>	16,8	<b>equipos</b>						<b>35,02</b>
servicios externos	4,5	oficina	mes	12		0,63	7,52	
recurrentes	26,4	campo	días	84		0,08	6,38	
∑∑ programa 7a.	154,0	comunicaciones	mes	12		0,36	4,32	
		movilización/transporte	días	84		0,2	16,8	
		<b>servicios externos</b>						<b>4,5</b>
		registro de vídeo	días	20		0,23	4,5	
		edición de vídeo	horas	40		0,08	3	
		<b>costos recurrentes</b>						<b>26,36</b>
		operación oficinas	mes	12		0,68	8,16	
		operación campo	mes	7		0,44	3,08	
		operación vehículos	días	84		0,18	15,12	

## Subprograma de evaluación ex post

Éste debe contemplar los siguientes hechos:

- El EIA del POEM no identificó consecuencias deletéreas inmanejables
- las consecuencias deletéreas que se manifestarán en la fase de servicio cuentan con soluciones delineadas en otros programas y serán ejecutadas durante esta fase
- los conflictos inciertos POEM - ambiente yacen dentro del rango de variación natural del sistema río - planicie y serán profuseamente monitoreados y documentados
- los programas del PMA de la fase de servicio están relacionados con uno o más de los siguientes temas: ecología acuática y terrestre, aprovechamiento de recursos y economías campesinas de subsistencia
- los resultados de los programas de la fase de servicio son a mediano (4-6 años) o largo plazo (> 6 años) y están delineados para que sean ajustados de acuerdo con los resultados tempranos (manejo adaptativo).

En consecuencia de lo anterior se recomienda que este subprograma (componentes de evaluación y ajustes) se ejecute mediante talleres anuales internos a modo de "panel de expertos", con las siguientes características:

- participación de los equipos de trabajo de los programas 4, 5, 6, 7a
- presentación sucinta de los programas (antecedentes, objetivos, modus operandi, resultados y evaluación preliminar o es-

- tado de desarrollo), incluye distribución previa de documentos pertinentes
- discusión de resultados
  - formulación de recomendaciones de ajustes, mejoramiento y complementación, puede incluir la reducción de objetivos, alcances o actividades, etc.
  - elaboración de memoria técnica del taller y de recomendaciones para futuros talleres.
  - el taller se desarrolla en 3 jornadas:
    - jornada 1. presentaciones de programas en curso
    - jornada 2. discusión de resultados
    - jornada 3 elaboración y edición de documentos (memoria y recomendaciones)
  - el taller, desde la etapa de preparación, contará en un coordinador independiente tanto de Cormagdalena como de los equipos de trabajo de los programas; convoca, facilita, gestiona logística y además será moderador del taller
  - el taller inicial se celebra en el Hotel Pipatón de Barrancabermeja

### Costos 7b. evaluación ex post

rubros de costo	costos (1·10 <sup>6</sup> co\$)	rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/unidad (1·10 <sup>6</sup> co\$)	∑1·10 <sup>6</sup> co\$
honorarios	17,7	<b>personal</b>					<b>17,7</b>
logística	5,1	coordinador	meses	2	0,2	9,0	3,6
	1,6	panelistas (11 · 3 jornadas)	días-homt	33	1,0	0,4	13,2
	0,7	secretaria	meses	2	0,5	0,9	0,9
	2,8	<b>logística</b>					<b>5,12</b>
servicios externos	10,7	oficina (local, equipos, sumini:	meses	2		0,8	1,6
∑∑ programa 7b.	33,5	comunicaciones	meses	2		0,36	0,72
		movilización/transporte	participan	14		0,2	2,8
		<b>servicios externos</b>					<b>10,65</b>
		logística en taller	jornadas	3		0,75	2,25
		alojamiento	participan	14		0,3	4,2
		alimentación, refrigerios	participan	14		0,3	4,2

## 8 Interventoría ambiental (IA)

La IA supervisa todos los programas de PMA que se ejecuten parcial o totalmente durante fase de obras y maneja las comunicaciones con la población litoral y los usuarios del río y sus recursos. Su interacción es fundamentalmente con el personal ambiental del contratista (PAC).

### Síntesis de programa 8: interventoría ambiental (IA) del PMA del POEM

objetivos	alcances (componentes)	duración	modo de implementación
a. efectuar seguimiento de PMA y asegurar desarrollo cabal de planes y programas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manual o guía de IA</li> <li>• implementación</li> <li>• informes periódicos de seguimiento y evaluación</li> </ul>	- programa permanente durante fase de obras	- diseño e implementación a cargo de interventoría técnica de obras
b. mantener flujo de información confiable, veraz y oportuna sobre POEM y PMA hacia comunidades, usuarios de recursos, transeúntes y navegantes	- analizar, revisar y aprobar contenidos de materiales divulgativos en diversos medios (afiches, plegables, video y audio), en fase de pre-producción, para uso interno de contratistas	- diseño: mes [-2] a mes [1] - implementación mes [1] a mes [18]	- alternativa I, ejecución directa por Cormagdalena  - alternativa II, contrato con firma especializada
c. recibir, procesar, responder interrogantes, cuestionamientos, quejas y reclamos válidos o infundados de parte de terceros intervinientes y catalizar gestión y acciones de respuesta de contratistas, interventores o CORMAGDALENA	- diseño, producción y empleo de materiales divulgativos en diversos medios (afiches, plegables, video y audio) para gestión y comunicaciones externas sobre el POEM		
d. terciar en, dirimir o propiciar solución de conflictos ingeniería - actores externos - PAC por interpretación de normas, especificaciones, restricciones u otros contenidos de PMA	- montaje y operación de oficina itinerante de información externa		

### Supervisión del PMA

El trabajo de la IA está centrado en los frentes de obra, ya sea con el PAC en la aplicación y divulgación de las normas ambientales (programas 1. y 3.), en las labores de restauración (programa 4.) y en los ensayos de protección y conservación (programa 5.) o en las tareas de monitoría o prospección arqueológica (programa 2.). En cada uno de estos programas se indica la forma en que la IA ejerce sus funciones de supervisión.

### Equipo de trabajo

Organizacionalmente, la interventoría ambiental debe ser independiente de la interventoría de construcción. Tendrá dos tipos de funcionarios en campo:

1. Un *jefe de interventoría ambiental*, preferiblemente un ingeniero ambiental, forestal, limnólogo, con amplia experiencia en campo, interesado en la conservación del ambiente, quien debe conocer detalladamente el estudio de impacto ambiental y las normas ambientales. Este debe estar en capacidad de dirimir conflictos entre el espíritu de las normas y la eficiencia de las prácticas constructivas.
2. El jefe de interventoría ambiental debe estar apoyado por un número variable de *inspectores ambientales* -dos o tres, según el número y dispersión de los frentes de obra. Estos deberán ser personas jóvenes, oriundos o conocedores de la región del Magdalena Medio, preferiblemente bachilleres, interesados en la conservación de la naturaleza, con experiencia en trabajos de campo en el río, ciénagas y caños y con dotes para relacionarse con personal obrero. Deben poseer aptitudes para comunicación verbal y escrita sobre los temas de su trabajo. Además deben tener licencia de conducción de motocicleta y de operación de botes a motor.

Se requiere que los inspectores estén familiarizados con el estudio de impacto ambiental y conozcan detenidamente el plan de trabajo de los contratistas. Para familiarizarlos con la problemática ambiental y sus soluciones es conveniente un curso de inducción en campo de unas 12 a 15 horas, antes de iniciar trabajos. El curso puede versar sobre los siguientes temas:

- problemática ambiental en general
- la legislación ambiental en Colombia
- particularidades de los desarrollos de obras civiles en contextos rurales, conflictos entre contratistas y población residente
- susceptibilidad ambiental de los biotopos, organismos, recursos y pobladores del valle medio del Magdalena
- el PMA del POEM y la *supervisión* (PAC) e *interventoría ambiental* (este programa) del proceso constructivo
- toma, registro y archivo de fotografías
- preparación de informes de incidentes ambientales en obra

El curso debe incluir recorridos detallados guiados a sitios en dónde se puedan apreciar las problemáticas ambientales, v. gr.:

- depósitos de combustibles en Puerto Berrío o en Barrancabermeja
- operación de equipos y maquinaria de dragado en Barrancabermeja
- descarga de aguas cloacales o industriales en Puerto Berrío y en Barrancabermeja
- deterioro de diques de protección de orillares inestables e. g., del sector de la hacienda La Ganadera

Cada inspector debe llevar un registro minucioso de todos los problemas que se le presenten y la forma en que los resuelve. Es conveniente además llevar un registro fotográfico fechado, con sus respectivas explicaciones.



**Proyecto de obras de encauzamiento del río Magdalena tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja  
Informe de Interventoría ambiental**

Frente de obra (identificación precisa)		(localidad, tramo, margen, abscisado)		número de estructura		coordenadas GPS	
Periodo cubierto por informe	de: (día mes año)	a: (día mes año)	fecha/hora del evento	día / mes / año /			
Contratista de obra	(nombre o código)	Inspector ambiental	Nombre	Apellido			

**Actividades de obras del POEM**

1b instalación contratistas	2a señalización+balizaje	2b adecuación sitio obra	2c desmonte+limpieza	2d descapote	2e excavación manual	2f excavación en seco	2g excavación bajo agua	2h instalación recebo	2i instalación enrocado
2j dragado de inducción	2k relleno geotubos	3a estructuras portuarias	3c desmonte obradores	3d retiro contratistas	4a maquinaria terrestre	4b maquinaria acuática	4c transporte terrestre	4d transporte fluvial	4e utilización campamentos

**Actividades de otros programas del PMA**

Manejo patrimonio arqueológico	Información y comunicaciones	Restauración ambiental	Ensayos de protección y conservación	Otro frente de trabajo (describa)
--------------------------------	------------------------------	------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------

**Observaciones**

<b>Actividad/Proceso</b> sobre el cual se informa (usar código)	fecha/hora del evento día / mes / año /
<b>Ubicación exacta del sitio</b> de ocurrencia del evento	
<b>Descripción detallada del evento:</b> (tipo de evento, efecto ambiental, causas, personal involucrado e informado, respuesta del responsable de obra, del Supervisor ambiental (PAC). Anexar fotografías o diagramas del problema)	
<b>Normas aplicables al evento:</b> (Números. ¿Se tuvieron en cuenta? ¿Hubo negligencia? Validez de las normas, recomendaciones de modificación)	
<b>Solución adoptada en campo</b> (descripción detallada de solución, resultados de su aplicación. Anexar fotografías o diagramas de la solución)	
<b>Recomendaciones</b> (¿Qué se debe hacer en el futuro para evitar los problemas reportados en este informe? ¿Quiénes deben hacerlo? El propietario del proyecto, la interventoría de obra, la interventoría ambiental, el contratista, etc.)	

Formato típico para registro de informe de incidente ambiental en alguno de los frentes de obra del POEM, ya sea de construcción de estructuras, operación de campamentos u obradores o en una localidad en donde se adelanten trabajos de otros programas del PMA.

El grupo de inspectores ambientales se reunirá semanalmente, de preferencia a primera hora de cada lunes, con el fin de analizar los problemas comunes y buscar soluciones con un mismo criterio. En estas reuniones se presentarán los formatos diligenciados para informar sobre las actividades de la semana. Se analizarán además casos especiales para que todo el grupo aporte ideas para su solución.

Este grupo de inspectores con su jefe también tendrá el encargo de elaborar un plan de contingencia para afrontar imprevistos y accidentes y obrar en conjunto para su solución (tales imprevistos pueden ser: derrumbes, avenidas, incendios forestales, derrames de combustibles, tala y cacería furtivas, conflictos del contratista con la comunidad, hallazgos arqueológicos, etc.).

Para el trabajo normal y en especial para las emergencias se necesita que cada inspector ambiental disponga de medios de transporte adecuados y equipos de telecomunicaciones:  
bote inflable. pequeño (eslora de 2,5 - 3,0 m; 350 - 500 kg de capacidad, 3 - 5 adultos con equipos de campo), equipado con motor fuera de borda 8-10 HP  
motocicleta todo terreno liviana, 100 - 125 cm 3  
el teléfono celular es muy útil y versátil pero en los sectores intermedios del tramo Puerto Berrío - Barrancabermeja no hay señal; por tanto debe ser complementado con equipos de radio-transmisión portátiles con un rango no inferior a 50 km.

Es conveniente que los informes consolidados de supervisión ambiental y el registro fotográfico estén disponibles para consulta por los interesados e. g. las autoridades ambientales (CAS, Corantioquia), alcaldías de Puerto Berrío, Barrancabermeja, Puerto Parra, Cimitarra, el propietario de la obra (Cormagdalena), las organizaciones ciudadanas (grupos ecológicos, juntas de vecinos, asociaciones de propietarios, etc.), gremios interesados (FEDENAVI, transportadores, operarios de embarcaciones de pasajeros, pescadores, etc.). Una forma simple y económica de lograr esta divulgación es mediante su publicación en una página web o mejor, su diligenciamiento directo en la Internet.

## Mesa itinerante de información

La carencia de información *autorizada* (fidedigna, veraz y verificable), *oportuna* (se recibe con prontitud), desinteresada (atiende los intereses de quien la solicita y no los de quien la suministra), es una de las mayores dificultades en un proyecto rural habitado por población campesina, tradicional, con baja escolaridad. Las expectativas positivas y negativas que entorpecen y dificultan el desarrollo de las obras y angustian a la población, obedecen en gran parte a esta deficiencia. Ésta fue identificada en la evaluación ambiental en al menos dos circunstancias:

- ficha 33 transparencia: suministro a la comunidad de información veraz, oportuna, adecuada sobre el POEM, a través de una mesa itinerante de información; este mecanismo también permite recibir información, opiniones, inquietudes, quejas y reclamos de la comunidad hacia los contratistas, los inspectores ambientales, la interventoría ambiental o CORMAGDALENA
- ficha 36 recepción y trámite de inquietudes, quejas y reclamos mediante una mesa itinerante de información; debe ser implementada con precaución por cuanto puede motivar quejas y reclamos oportunistas por parte de la población para acceder a compensaciones e indemnizaciones

La mesa itinerante de información es una forma sencilla y expedita para intercambiar información con miembros de la población. Es literalmente una mesa localizada en un lugar concurrido del poblado (el atrio de la iglesia, el desembarcadero, la tienda...), en horas en que la gente frecuente el sitio. La ubicación de la mesa puede rotarse entre varias localidades en un frente de trabajo o entre varios frentes. El calendario de rotaciones debe ser de conocimiento público con suficiente anticipación para que pobladores o usuarios de recursos de sitios alejados puedan visitar la mesa.

La mesa debe ser manejada por una persona joven, amable, de buen humor, dispuesta a escuchar más que a hablar; familiarizada con los objetivos y funcionamiento de las obras y conocedora de los detalles de la localidad en donde está ubicada la mesa (obras previstas, magnitudes, fechas de inicio y terminación, disponibilidad de puestos de trabajo o servicios requeridos, etc.). Debe además conocer con suficiencia las implicaciones de las obras tanto en general, como en particular las de la localidad. Un inspector ambiental es posiblemente la persona idónea para atender la mesa. Pueda alternar esta tarea con los recorridos de inspección. En caso de sobrecarga en una u otra tarea, puede vincularse un segundo inspector, con quien se rotarían turnos no menores de un mes.

En la mesa se debe llevar un registro minucioso de las actividades:

- ubicación de la mesa (localidad y punto exacto)
- período de instalación: desde(día, mes y año) hasta (día, mes y año)
- informador (nombres, apellidos, carnet de identificación laboral, correo electrónico, celular)
- fecha y horas diarias de operación
- visitas: nombres y apellidos del visitante, cédula, residencia (localidad, puede no tener relación con el POEM), relación con la localidad POEM (pescador, islero, etc.).
- motivos de la visita:
  - suministrar información: queja, reclamo, comentario o inquietud: si es por escrito, el original se debe radicar y anejar al registro; si es verbal, el informador debe transcribir la queja o reclamo lo más literamente posible y leer su versión al visitante y solicitar sus correcciones o aprobación con firma autógrafa o huella digital si no es alfabeto, si no las hay
  - solicitar información: pregunta, solicitud de aclaración o petición de un favor especial, e. g., permiso de paso por área restringida, obsequio de materiales de desecho o de material de excavación para un relleno, etc.; al igual que en el caso anterior, si la solicitud de información se hace por escrito, el original se debe radicar y anejar al registro; si es verbal, el informador debe transcribir la solicitud lo más literamente posible y leer su versión al visitante y solicitar sus correcciones o aprobación con firma autógrafa o huella digital si no es alfabeto, si no las hay.
  - respuestas al visitante: normalmente y como resultado de sus experiencias el informador puede responder in situ; de hacerlo debe llevar su respuesta al registro, con todo el detalle que sea necesario; si la consulta requiere respuesta por escrito debe anejar copia de esta en el registro. Si el informador no responde in situ, por ignorancia o por carencia de autoridad, entonces debe elevar la consulta a quien corresponda en la Interventoría ambiental (con el jefe de IA) o en la interventoría de obra o con el contratista o con Cormagdalena. La consulta debe enfatizar la urgencia de la respuesta y citar las normas ambientales y los compromisos contractuales a que haya lugar
  - la respuesta debe llegar al visitante y el registro indicar este evento, de ser posible, el visitante debe refrendar el registro.

## Comunicaciones

El programa se diseña bajo la premisa de 3 o 4 frentes de trabajo simultáneos en el sector I, cada uno con obradores (campamento, taller, patio de acopio, oficina...) y obras propiamente dichas: excavaciones, colocación de enrocados, transporte fluvial y terrestre, maniobras fluviales, etc. El equipo debe atender, además de los frentes de obra, la mesa itinerante de información y las actividades asociadas (recepción de quejas, respuestas a solicitudes de información, verificación de difusión de medidas preventivas o restrictivas ante maniobras o actividades de maquinarias...). Se recomienda además la implementación de los siguientes instrumentos de comunicación

### 1 Impresos

Afiches en lugares visibles de los asentamientos y volantes periódicos o esporádicos para informar a las comunidades litorales, a los usuarios de recursos del río, pescadores, cazadores y areneros, a los propietarios y operarios de embarcaciones comerciales a motor (chalupas y motocanoas) y transeúntes, sobre el PMA y mecanismos de gestión disponibles para la participación ciudadana, v. gr., *mesa itinerante de información, paz y salvos* de la comunidad a los contratistas y sus empleados y obreros, previos a su retiro permanente o transitorio del proyecto, etc.

### 2 Audiovisual (AV)

Tanto el funcionamiento natural del río como las implicaciones sobre éste de las obras del POEM no son fáciles de entender ni de explicar ni a los usuarios del río o sus recursos (transportadores, pescadores, agricultores de islas, etc.), quienes pueden tener modelos mentales, prejuicios y explicaciones para ciertos fenómenos que pueden parecer fantásticos y supersticiosos a otras personas, tales como los profesionales y tecnólogos de CORMAGDALENA y sus contratistas. La necesidad de esta comprensión es fundamental para minimizar malentendidos y conflictos entre CORMAGDALENA y sus contratistas con terceros.

Para suplir esta falla se recomienda la realización de un vídeo corto que mediante animación, en tercera dimensión, simule el comportamiento del lecho fluvial en estiaje, para un tramo del río, utilizando para ello la gran cantidad de información satelital, aerofotográfica y cartográfica disponible.

El video debe resaltar las comparaciones entre los escenarios sin obras y con obras. Se trata de simular un tramo corto (cientos a miles de m arriba y abajo de una estructura del POEM) en el cual la precisión cartográfica tridimensional sería irrelevante. La simulación debe incluir

- estado de creciente y su lenta evolución a estiaje
- formación de bancos de arena e islas que impiden navegación en estiaje y cómo, durante las crecientes, estas condiciones cambian
- obras del POEM (desarrollo de los tipos principales diques, revestimientos, excavaciones...)
- nuevas condiciones de estiaje, en el escenario con obras

Se espera que el vídeo pueda además ser de utilidad en la identificación de las problemáticas reales del POEM por parte de los usuarios del río.

### 3. Modelo físico a escala

Maqueta de gran tamaño, escala  $\approx 1:500 - 1:200$ , debe mostrar un tramo corto del río (centenares de m arriba y abajo de una estructura típica del POEM) e incluir: lecho menor, múltiples brazos de sección diferente, lecho mayor, biotopos anfibios y terrestres litorales, puntos críticos de acumulación de sedimentos, etc. El *modelo debe simular flujos y niveles de agua en estiaje, transición y creciente* y los *efectos sobre las secciones del canal de navegación* y de otros brazos. La maqueta debe *permitir la implantación de un modelo de estructura del POEM* (dique - revestimiento - canal inducido) y *simular los efectos de ésta sobre las secciones y el comportamiento hidráulico en los tramos superior e inferior de la estructura*.

**Costos**

rubros de costo	costos (1·10 <sup>6</sup> co\$)	rubro	unidad	cantidad	f dedicación	costo/unidad (1·10 <sup>6</sup> co\$)	∑1·10 <sup>6</sup> co\$
personal (honorarios)	116,5	<b>personal</b>					<b>116,50</b>
personal (viáticos)	0,0	interventor ambiental	mes	20	1	3,50	70,00
equipos	35,6	inspector ambiental	mes	20	1	1,35	27,00
<i>oficina</i>	12,5	secretaria	mes	20	1	0,98	19,50
<i>campo</i>	12,3	<b>equipos materiales y herramientas</b>					<b>35,63</b>
<i>comunicaciones</i>	7,2	oficina	mes	20		0,63	12,53
<i>movilización/transporte</i>	3,6	campo (vídeo beam + portátil)	mes	18		0,68	12,30
servicios externos	39,5	comunicaciones	mes	20		0,36	7,20
recurrentes	33,6	movilización/transporte	días	18		0,20	3,60
∑	225,3	<b>servicios externos</b>					<b>39,50</b>
		diseño/producción impresos	impreso	2		1,65	3,30
		diseño/producción AV	AV	1		8,75	8,75
		diseño y montaje modelo a escala	maqueta	1		27,45	27,45
		<b>costos recurrentes</b>					<b>33,64</b>
		operación oficinas	mes	20		0,80	16,00
		operación campo	mes	18		0,11	1,98
		operación vehículos	mes	18		0,87	15,66