Operación El Dorado: Restauración y conservación de hábitats de la planicie de inundación del medio–bajo Magdalena[1]

Por Luis Carlos García Lozano[2,3,4] y Emil Dister[2,5]

Resumen

El río Magdalena (longitud 1.540 km, cuenca tributaria 267.000 km^2, caudal medio 7.000 m^3/s y 185 millones de toneladas de sedimentos/año en la desembocadura) discurre su dos tercios superiores por un valle profundo, sedimentógeno en dirección N–S entre los ramales Central y Oriental de la cordillera de los Andes. La agradación predominante en los tercios medio e inferior del río origina una llanura aluvial de 35.000 km^2, con complejos hábitats acuáticos, terrestres y semiterrestres (ciénagas, caños, cauces en avulsión y paleocauces reactivados, sabanas edáficas, albardones y terrazas inundables, pantanos y playones) caracterizados por una gran dinámica fluvial, consecuencia de la alta sedimentación y del tectonismo actual. La variabilidad intra– e interanual de los niveles del agua en el río y en la planicie determina la frecuencia y magnitud de los intercambios de agua, sedimentos, materia orgánica, etc., entre uno y otra y se refleja así en el funcionamiento ecológico de dichos hábitats. Longitudinalmente se distinguen dos tramos en la planicie: la superior(Magdalena Medio), relativamente confinada por las cordilleras, caracterizada por una mayor pluviosidad (3.000 mm/año), aloja uno de los refugios pleistocénicos de bosque húmedo tropical, y la inferior (Magdalena Bajo) muy amplia, con un gradiente de precipitación pronunciado en dirección S–N (hasta < 800 mm/año). En la transición entre éstas –Depresión Momposina en la confluencia de los ríos San Jorge, Cauca y Cesar con el Magdalena– el río duplica su caudal, deposita la mayor parte de sus sedimentos y por ende los procesos fluviodinámicos presentan su mayor desarrollo. Esta zona, ocupada desde comienzos del siglo XVI pero aún poco poblada, aloja esquemas únicos de utilización de recursos, culturas anfibias –combinación de pesquerías artesanales, agricultura itinerante de roza y quema y pastoreo de pequeños rebaños de vacunos– estrechamente acopladas al régimen hidrológico pulsante. Este modus vivendi es paulatinamente desplazado por agricultura y ganadería extensivas, asociadas a obras de drenaje y control de inundaciones. Sin embargo, existen todavía reductos de hábitat natural lo suficientemente grandes e intactos para permitir la restauración a gran escala mediante el manejo y uso extensivo de procesos tales como el fuego, el herbivorismo controlado y la recolección de semillas y propágulos y su dispersión artificial. Con este objetivo se desarrolla actualmente Operación El Dorado cuya meta a largo plazo es lograr la incorporación de un área de tamaño adecuado (varios miles de ha) y ensayar diversos esquemas de restauración y de utilización que compatibilicen la preservación de hábitats únicos con el inevitable uso que éstos tienen.

---

[1] Presentado en el *Simposio Internacional sobre Grandes rÍos Latinoamericanos (SISGRIL)*, celebrado en Ciudad Guayana (estado Bolívar, Venezuela) del 28 de mayo al 3 de junio de 1990. Las memorias de SISGRIL se publicaron en el volumen 15, número 6 de INTERCIENCIA, en noviembre de 1990. Este artículo es el manuscrito enviado para publicación a Interciencia, no contiene todas las ilustraciones y los textos pueden diferir ligeramente de los de la publicación.

[2] WWF–Auen–Institut, Josefstraße 1, D–7550, República Federal Alemana

[3] Neotropicos, Apartado Aéreo 12121, Medellín, Colombia.

[4] Luis Carlos García Lozano (Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1969; Ecología, University of South Florida, 1977) es actualmente candidato doctoral del Prof. Dr. Paul Müller en el Instituto de Biogeografía de la Universidad de Saarland (RFA), donde desarrolla investigaciones sobre genética y ecología de poblaciones de peces migratorios de la cuenca del Magdalena. Ha trabajado durante más de 10 años en la evaluación ambiental de proyectos y obras de infraestructura, particularmente de aquellas asociadas a la transformación de ríos para la producción de energía. A finales de la decada del 70 participó en la concepción e implementación del Proyecto de Ecodesarrollo en la Ciénaga Grande–Sierra Nevada de Santa Marta. Es miembro fundador de Neotropicos y coordina Operación El Dorado para esta fundación y para el WWF–Auen–Institut.

[5] Dr. rer. nat. Emil Dister realizó sus estudios geobotánicos de la planicie aluvial del Rin Superior bajo la dirección del Prof. Dr. Heinz Ellenberg, en la Universidad de Göttingen, RFA, en 1980. Desde la época de sus estudios secundarios ha estado comprometido con el estudio, restauración y conservación de las planicies aluviales, particularmente del Rin en su región natal Renania–Palatinado. Además ha trabajado en muchos otros grandes ríos europeos (Danubio, Loira, March, Allier, etc.) y de Sudamérica (Magdalena, Paraguay). Actualmente es Director del WWF–Auen–Institut (Instituto Ecológico de Planicies Fluviales del WWF) del cual fué gestor a mediados de la década de los 80. Es miembro activo y cofundador de Neotropicos. Desde 1979 dicta anualmente cursos de geografía de la vegetación en la Universidad de Saarland y de ecología de planicies aluviales en la Universidad de Karlsruhe.

Bosquejo histórico de los cambios antropogénicos en el valle del Magdalena.

Si bien otros ríos colombianos superan al Magdalena en longitud, caudal o rendimiento (tab. 1.), éste ha sido históricamente y continúa siendo sin lugar a dudas, el más importante de Colombia desde el punto de vista social, económico y cultural. Este protagonismo es debido en gran medida a su dirección general sur–norte, entre los ramales Central y Oriental de la cordillera de los Andes que lo convierte en una vía de comunicación natural entre el mar Caribe y los altiplanos y ecosistemas montañosos del interior. (fig. 1.)

Tabla 1. Comparación del Magdalena con otros grandes ríos Colombianos.

río	vertiente	cuenca tributaria km^2	longitud km	caudal medio* m^3/s	rendimiento $l/s/km^2$
Magdalena	Caribe	266622	1540	7018	27,35
Guaviare	Orinoco	166168	1355	8200	41,16
Caquetá	Amazonas	199203	2200	13180	66,16
Putumayo	Amazonas	53165	1350	6250	117,56
Atrato	Caribe	35702	612	4155	116,38

* Caudales estimados o medidos en la desembocadura
Datos tomados de Marín, 1986

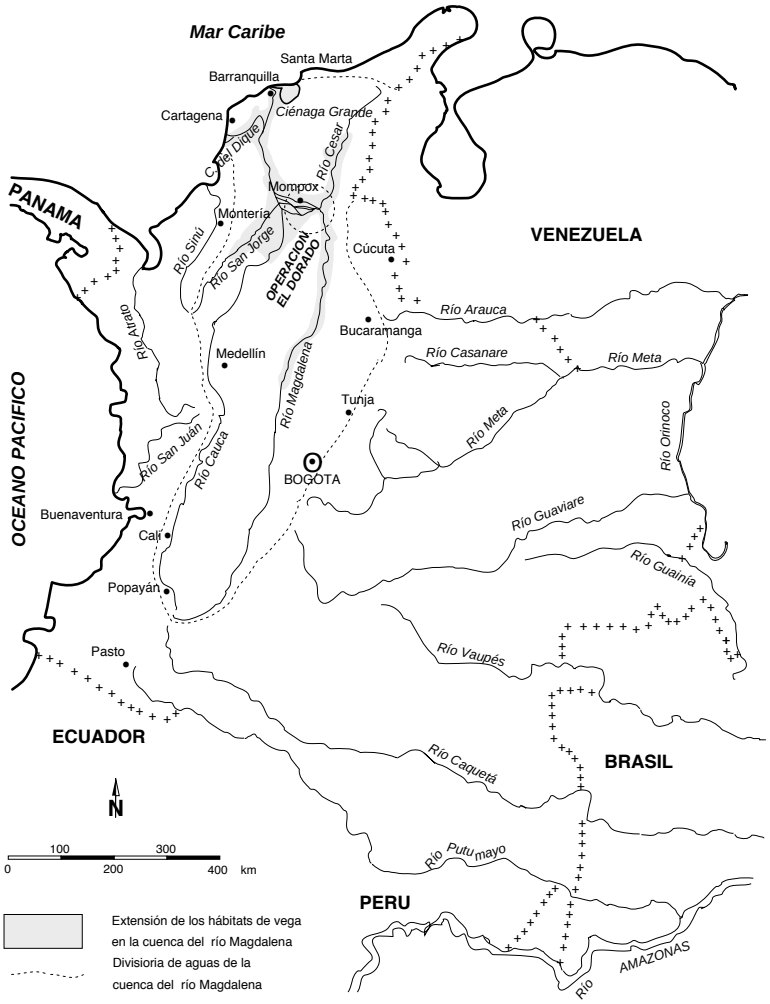

Fig. 1. Localización de la cuenca del río Magdalena en Colombia, con sus tributarios más importantes. El área sombreada muestra los hábitats de vega (planicie aluvial) donde se ubica el proyecto Operación El Dorado. Ver detalles en texto.

La relación hombre–medio en el valle del Magdalena ha ocurrido en cuatro escenarios de duración disímil y con consecuencias muy diferentes sobre los hábitats y organismos de la región [6] (fig. 2.). En primer lugar el *Paleoindio*, asociado con el advenimiento del hombre al subcontinente hacia el final del Pleistoceno, caracterizado en el extremo septentrional de Sudamérica, por unas condiciones climáticas semejantes a las actuales –en términos de temperaturas, régimenes de precipitación y de vientos– (Ochsenius,1983) y por la existencia de megafauna herbívora–frugívora determinante de una flora diferente a la actual, no tanto en cuanto a las especies mismas, sino en cuanto a las abundancias relativas de éstas (Janzen, 1986). La caza desmedida de esta megafauna por los primeros pobladores causó su extinción y por ende los cambios estructurales en la flora neotropical (Ochsenius, 1980).

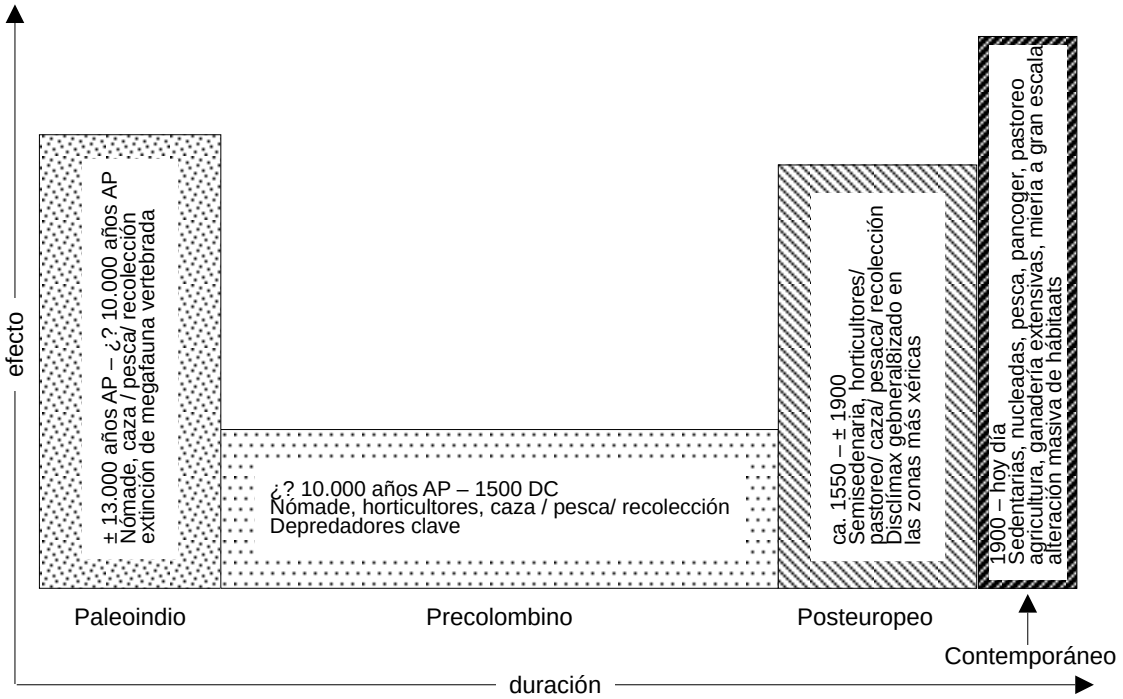

Fig. 2. Representación esquemática de la secuencia de escenarios en la relación hombre–ambiente en el valle del Magdalena. La ordenada sugiere la magnitud relativa del efecto antropogénico sobre el medio, mientras que la abscisa representa la duración relativa del escenario. Las coordenadas carecen de precisión dimensional.

A pesar de no contar con documentación adecuada para el escenario *Precolombino*, se ha podido establecer que a la llegada de los europeos al continente la familia Karib concluía la conquista del territorio Arawak desplazando a ésta desde las llanuras aluviales y áreas planas costeras hacia las zonas montañosas (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1969,1973). Estas dos familias, con amplia distribución en otras partes del continente sudamericano, diferían en cuanto a su esquema básico de explotación del medio, siendo los primeros predominantemente guerreros nómades, cazadores y pescadores; mientras que los últimos, más sedentarios, poseían técnicas horticulturales avanzadas (Steward y Faron, 1959; Sternberg, 1968; Hester, 1973), entre las cuales descolla la técnica de campos de cultivo elevados (*ridged fields*) de la cultura Zenú en la planicie aluvial del San Jorge (Parsons, 1966).

Hacia el 1500, el valle medio–bajo alojaba diferentes tribus con predominancia Karib que generalmente recibieron de los españoles el nombre de la región donde se asentaban (Chimila, Zenú, Sondagua…), aunque no hay evidencia clara de diferencias culturales. Para esta época los grupos Karib se habían hecho menos nómades y habían incorporado –vía exogénesis con mujeres Arawak– muchas de las características culturales de este grupo (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1973). El efecto antropogénico predominante en este período puede circunscribirse al papel de depredadores clave (sensu Paine,1966), mediado por la repetitividad de perturbaciones de pequeña escala (cacería y pesca selectiva, parcelas de agricultura itinerante) que liberan recursos críticos, favoreciendo la coexistencia de especies florísticas y faunísticas marginales con dominantes, i.e., permitiendo una mayor biodiversidad.

[6] La secuencia de escenarios prehistóricos descrita –en forma hipotética– no difiere de la ocurrida, presumiblemente, en hábitats geográfica o ecológicamente análogos en otras zonas neotropicales.

La conquista, cuyos propósitos fueron sometimiento y esclavización inicialmente y posteriormente además conversión al cristianismo, destruyó las culturas nativas mediante tres procesos simultáneos: aniquilación física, entrecruzamientos obligados por desplazamientos o dominación y mestizaje y diezmación por introducción de enfermedades europeas (Sternberg, 1968); con ellas desaparecieron además tecnologías de explotación del medio[7]. Durante este período (*Posteuropeo*) los ríos de la cuenca Caribe constituyeron la ruta natural hacia el interior; por otra parte en las riberas, particularmente en los tramos xéricos se establecieron poblaciones pequeñas para administración de plantaciones y ganaderías. Las zonas húmedas permanecieron relativamente intactas –hasta fechas muy recientes– aunque perdieron sus pobladores originales, situación similar por demás a la ocurrida en otras regiones del Caribe. El desplazamiento de los herbívoros nativos (danta, venados, chigüiro…) por la introducción de ganados, la extracción selectiva de maderas finas, el leñateo para alimentación de las calderas de los barcos fluviales de vapor, la cacería indiscriminada para pieles, trofeos, plumas, la introducción de plantas cultivadas de las regiones paleártica y paleotropical (trigo, cebada, caña de azucar, arroz, plátano, etc.) y de técnicas agrícolas europeas (monocultivos, dehesas) (Mendoza, 1980) resultó en el establecimiento de un disclimax generalizado, particularmente en las zonas xéricas del extremo norte del valle con la consecuente extinción –por lo menos local– de un gran número de especies de plantas y de su fauna asociada. (Sternberg, 1968; Montaldo, 1985; Castiblanco, 1988).

La gran mayoría de las actuales poblaciones del valle medio–bajo estaba fundada para la época de la independencia (1810–20). Aquellas ubicadas directamente sobre el río fueron hasta hace poco puertos fluviales importantes, venidos a menos durante los últimos años, como consecuencia del desarrollo de vías alternas –ferrocarril y recientemente carreteras– (Currie, 1960; Castro, 1986; Torres, 1986). Por otra parte, a causa de la deforestación y erosión aceleradas en las vertientes del valle alto, se estima que el río ha alterado durante los últimos años su régimen hidrológico, de tal manera que los períodos de estiaje son más prolongados y drásticos, reduciendo las posibilidades de navegación (Bermúdez, 1986).

Actualmente, la gran cuenca del Magdalena aloja el 80% de la población del país, 60 % de la tierra agrícola y en sus subcuencas transversales se genera el 75 % de la hidroelectricidad. Una gran población, ca. 5 millones, habitan en su cuenca media–baja, de los cuales 600.000 lo hacen en los 35.000 km^2 de llanura aluvial. La riqueza de los suelos –relativamente alta desde el punto de vista tropical– (Cortés, 1980; Cortés y Guevara, 1982) ha estimulado en los últimos 30 años el desarrollo amplio de agricultura mecanizada (palma africana, algodón, ajonjolí, arroz, …) y, especialmente, del levante y engorde extensivos de ganado, actividades frecuentemente asociadas con obras –muchas veces improvisadas– de drenaje, avulsión y protección contra las inundaciones y con el uso indiscriminado de biocidas. Estas tendencias por tanto, arrinconan los remanentes de bosque natural con consecuencias deletéreas sobre la economía familiar local; pastos y cultivos desplazan recursos naturales importantes (madera y leña, caza, playones y sabanas riparias comunales para pastoreo durante la estación seca y hábitats de peces) y erradican así las formas tradicionales –culturas anfibias– 8 de utilización de recursos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975; Torres, 1986). Este escenario *Contemporáneo*, es similar en muchos aspectos al que se desarrolla en otras partes del subcontinente, los efectos se pueden sintetizar en la alteración y aún destrucción masiva de hábitats para los emprendimientos agropecuarios, industriales, mineros y de desarrollo de infraestructura y contaminación de acuíferos y cuerpos de agua superficiales (Forero et al., 1989; Pacheco et al., 1989).

El medio físico del río Magdalena

El río Magdalena discurre dos tercios de sus 1.550 km de longitud, por un valle angosto entre las Cordilleras Central y Oriental, cuyas rocas de diferentes orígenes (ígneo–metamórfico en la Central y sedimentario en la Oriental) causan los contrastes en la cantidad de materiales trasportados por los tributarios de una y otra margen (Stille, 1935; Scheibe, 1935; Weiske, 1935); sin embargo, el valle mismo está conformado casi exclusivamente por elementos del terciario superior y por depósitos aluviales del cuaternario. Este valle se amplía en dirección S–N y forma una planicie aluvial desarrollada de 35.000 km^2 en los últimos 800 km de su recorrido. (fig. 3.).

[7] Dos hechos deben ser tenidos en cuenta para entender los motivos de la conquista. Por una parte, la existencia generalizada entre las tribus de las áreas costeras y de los tramos bajos de los ríos (Atrato, Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú, etc.) de técnicas avanzadas de orfebrería para producción de objetos decorativos o ceremoniales y la carencia de grandes yacimientos de oro en las regiones donde ésas se encontraban; de tal manera que los españoles presumían y los aborígenes así se lo confirmaron, el oro era explotado aguas arriba, en alguna parte, y ellos lo obtenían por canje. Así que las grandes expediciones de la conquista tuvieron como incentivo fundamental la búsqueda de oro (Hemming, 1983). En las áreas de producción aurífera se fundaron los asentamientos más antiguos del interior de la actual Colombia (Marmato–1525, Remedios–1560, Zaragoza–1581, Andagoya–1586, Quibdó–1654). Aquellos sobre las planicies aluviales tuvieron en general un origen diferente: para algunos lo fué netamente de índole comercial aprovechando la ubicación sobre la confluencia de un tributario con el Magdalena de poblados indígenas antiguos (El Banco –confluencia del Cesar, Magangué–río San Jorge, Pinillos–río Cauca); mientras que otros, de frontera, fueron centros para el acopio de la producción y para la administración de grandes haciendas agrícolas y ganaderas que aprovechaban los suelos más ricos y el clima estacional benéfico. (v.gr. Cerro de San Antonio–1525, Mompox–1537, San Martín de Loba–1538, Tamalameque–1544).

[8] Este término, acuñado por el sociólogo O. Fals Borda (1983), hace referencia al caracter mixto de las actividades de explotación de los recursos en el valle del Magdalena, particularmente en la Depresión Momposina. El campesino es simultáneamente pescador, agricultor y pastor, afinando sus actividades a las fases de un sistema hidrológico y ecológico pulsante.

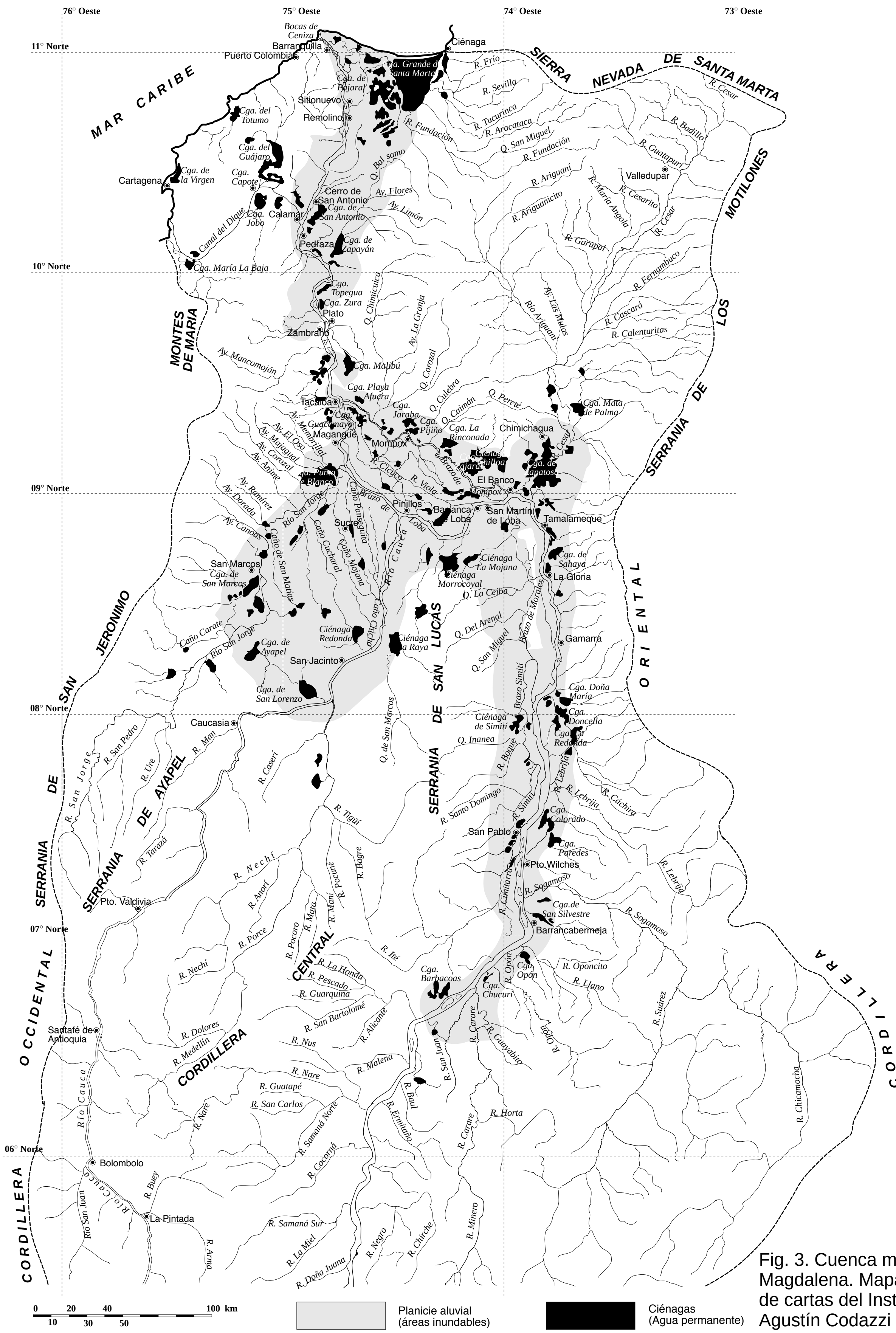

Fig. 3. Cuenca media y baja del Magdalena. Mapa elaborado a partir de cartas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:400.000

Zonificación

La fig. 4. muestra el perfil esquemático del río desde su nacimiento hasta la desembocadura, al igual que los cambios en área tributaria, caudal y el comportamiento de la precipitación media anual en las zonas del valle propiamente dicho (excluye obviamente el comportamiento de la lluvia en las vertientes montañosas a lo largo de la cuenca). El río maduro, i.e., no torrencial, ha sido tradicionalmente dividido en tres grandes zonas (valles alto, medio y bajo) con diferencias marcadas en clima, vegetación, uso del suelo y patrones culturales, cuyos límites varían dependiendo del objetivo de la caracterización (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975; Dister y García, 1984). Los escogidos aquí son los más adecuados desde el punto de vista ecológico.

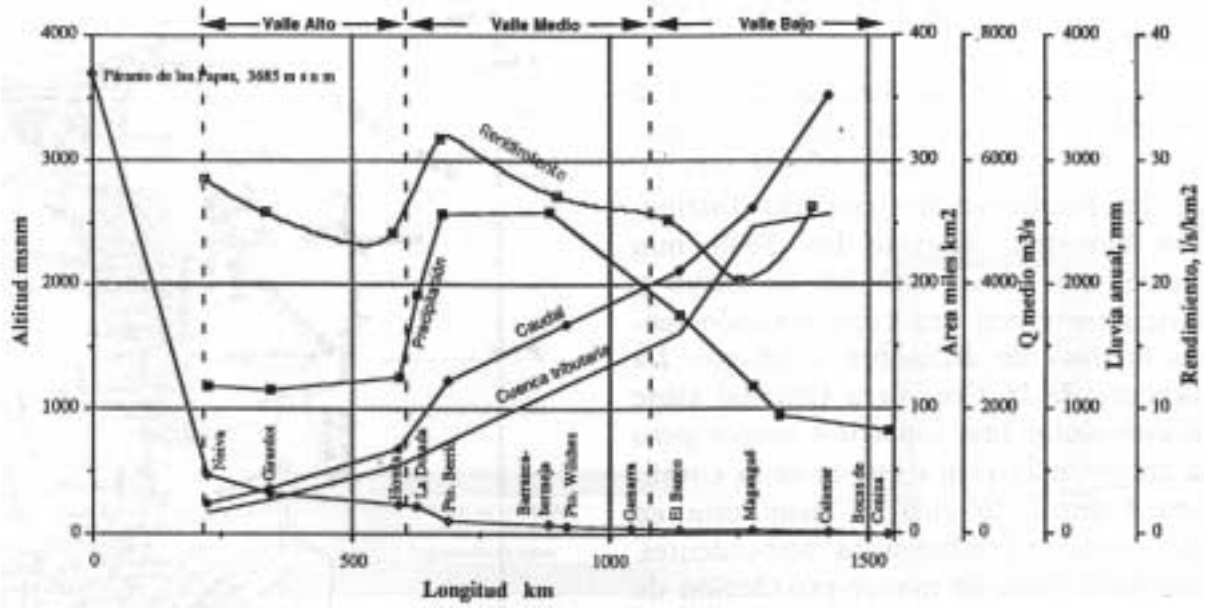

Fig. 4. Perfil longitudinal del río Magdalena y variación de la precipitación, los caudales, el área tributaria y los rendimientos. Datos tomados de Marín, 1986.

a. El Valle Alto –300 km, desde Neiva hasta Honda– está caracterizado por precipitaciones bajas, menores de 1.100 mm anuales, con picos en abril–mayo y septiembre. La curva de rendimientos es descendente, indicando vertientes más secas al final del tramo. El valle alto no presenta una llanura aluvial actual, aunque existen terrazas amplias del cuaternario y terciario superior, profundamente disectadas por el río y sus afluentes en algunos sitios, sobre las cuales se ha desarrollado una agricultura intensiva, mecanizada, la cual reemplazó completamente los bosques caducifolios existentes en la época precolombina.

b. El Valle Medio –500 km, desde Honda hasta Tamalameque– es mucho más lluvioso y menos estacional; las precipitaciones con una distribución bimodal, alcanzan los 3.000 mm anuales con picos a finales de mayo y noviembre y con una corta estación menos lluviosa de diciembre a febrero. La vertiente de la Cordillera Oriental tiene en este sector una superficie mayor pero es mucho más xérica que la de la Cordillera Central, lo cual se manifiesta en una curva de rendimientos descendente. Esta es la zona de mayor producción de sedimentos, particularmente en la vertiente xérica de la Cordillera Oriental.

La transición entre los valles alto y medio consiste en un cañón estrecho y relativamente empinado entre Honda y La Dorada, aguas abajo del cual el río posee una planicie de inundación actual que se ensancha hacia el norte, flanqueada por terrazas cuaternarias y terciarias poco disectadas. El valle constituye por si mismo una provincia biogeográfica (Magdalenense) de la subregión Brasilera, refugio sudamericano del Pleistoceno, con un nivel de endemismo relativamente alto y aloja uno de los más grandes relictos de selva pluvial caribeña del continente (Forero, 1988). Muchas especies de vertebrados (caimán, babilla, iguana, tortugas, aves acuáticas residentes y migratorias, manatí, varias especies de venados, chigüiro, danta, grandes gatos, primates, etc.) –algunas con amplias distribuciones– han desaparecido localmente o poseen pequeñas poblaciones en las áreas más intervenidas, en un proceso que como se indicó anteriormente, está en expansión. No se encuentran áreas con status protegido dentro de la región, la Reserva Forestal del Magdalena Medio (uso restringido de áreas de propiedad privada o estatal) se ve reducida anualmente para acomodar y legalizar cambios de facto (Torres, 1986).

c. El valle bajo –500 km, El Banco hasta la desembocadura en Bocas de Ceniza– corresponde a la Llanura del Caribe. Este tramo presenta precipitaciones decrecientes desde 1.800, antes de la confluencia con el Magdalena de los ríos Cauca y Cesar, hasta 800

mm anuales en la desembocadura y presenta una transición entre las formaciones pluviales del valle medio y los hábitats xerofíticos litorales del cinturón árido pericaribeño (Espinal, 1977; Instituto Geográfico Agustín Codazzi et al.,1984).

A la planicie aluvial del valle bajo tributan tres subcuencas principales (ver Tabla 2. y fig. 3.) además del Magdalena propiamente. La del río Cauca, su principal afluente, separado del Magdalena por la Cordillera Central y de la vertiente del Pacífico por la Cordillera Occidental; la del río San Jorge, entre las Serranías de San Jerónimo y Ayapel, los tramos bajos de estos dos ríos discurren en dirección S–NE antes de su confluencia con el Magdalena; y la del Cesar, que nace en el flanco SE de la Sierra Nevada de Santa Marta y corre en dirección N–SO[9] por un valle amplio flanqueado por ésta y la Serranía de los Motilones.

Tabla 2. Características de los principales afluentes del Magdalena en la llanura aluvial del valle bajo

subcuencas	área km^2	longitud km	caudal m^3/s	rendimiento $l/s/km^2$	nacimiento m s.n.m.	dirección de flujo
Cesar	23587	280	212	9	1500	NE–SE
Cauca	63300	1350	2372	37,47	3587	S–N, SO–NE
San Jorge	14880	368	266	17,85	3200	SO–NE
Depresión Momposina*	101767	——	2850	28	——	———
– aguas arriba	137636	1160	4121	29,94	——	S–N
– aguas abajo	17219	238	47	2,73	——	S–N
Magdalena	256622	1540	7018	27,35	3685	S–N

* Esta fila muestra el área tributaria, los caudales y rendimientos medios en la Depresión Momposina, excluyendo los del Magdalena propiamente (fila Aguas arriba). Los mismos parámetros para la cuenca del Magdalena entre la salida de la Depresión Momposina y la desembocadura se muestran en la fila Aguas abajo.

Hidrología

La magnitud de las fluctuaciones absolutas de nivel del río evidentemente varían a lo largo de su recorrido y tienden a ser, en promedio, ligeramente mayores en el valle bajo, del orden de 7,5 m mientras que en el valle alto, con algunas excepciones en los sectores entallados[10], no superan los 6 m. Sin embargo, debido a la dirección general S–N del Magdalena y del Cauca, su principal afluente y a que la distribución de las lluvias es gobernada por los movimientos de la ZCIT[11], el comportamiento del río de año a año es un evento relativamente impredecible.

La fig. 5. presenta la variación del caudal medio mensual para 12 años, medidos en Puerto Berrío, al inicio del valle medio. Es notoria la gran variación de los hidrogramas, especialmente cuando períodos consecutivos son analizados (obsérvese v.gr., los años 1969–1971); tanto la magnitud absoluta de los caudales máximos o mínimos como el mes de ocurrencia varían de año a año. El hidrograma medio es irrelevante para el entendimiento de procesos que involucren organismos del río o de la llanura aluvial asociada.

[9] Esta oposición en la dirección de flujo del Cesar en relación con el Magdalena, aunada al hecho de que los ríos Cauca y Magdalena se "recuestan" sobre el flanco occidental de la cordillera Central y oriental de la cordillera Occidental, respectivamente, se han tomado como indicación de que el Cesar discurre por lo que fué un antiguo lecho del Magdalena, antes del levantamiento de la Cordillera Oriental. (Tribiño, 1983)

[10] El entalle del río al final del valle alto, en Honda, presenta fluctuaciones absolutas del orden de 11 m (Dister y García, 1984)

[11] ZCIT = Zona de convergencia intertropical. Desplazamiento del Ecuador Térmico entre los trópicos de Cáncer y Capricornio originando tiempo lluvioso a su paso.

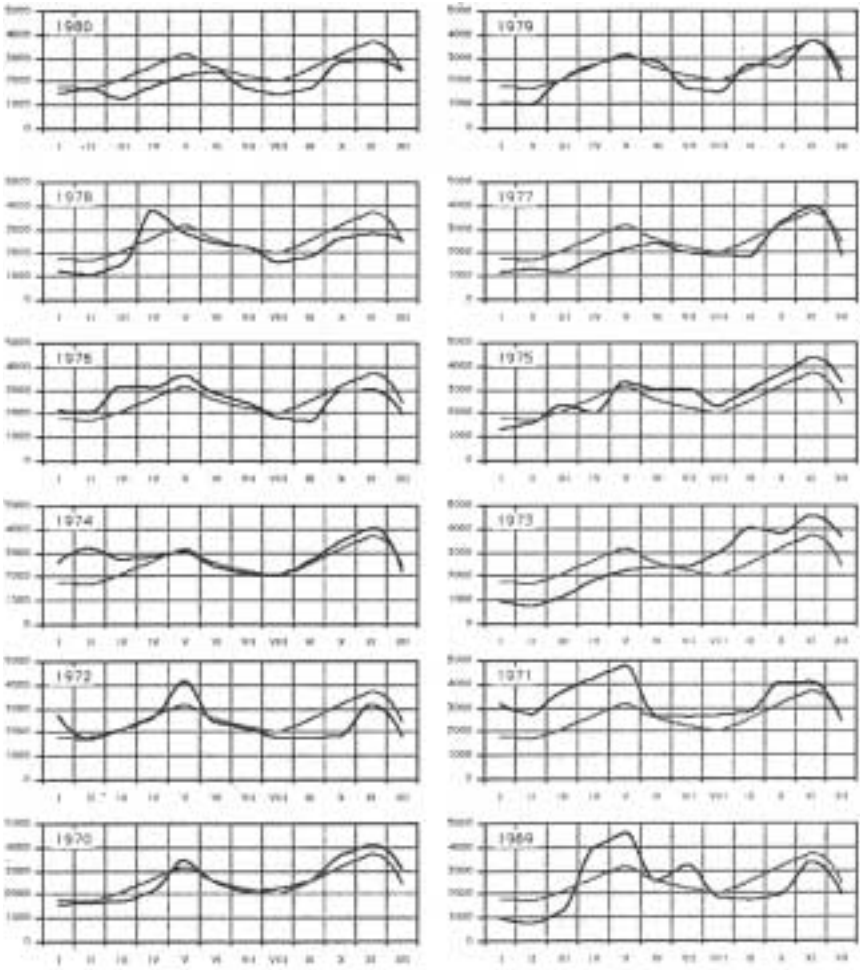

Fig. 5. Caudales medios mensuales del río Magdalena en Puerto Berrío (altitud 108 msnm) de 1969 a 1980. La curva gris representa la media multianual del período 1957–1980. Datos suministrados por HIMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras).

Las características de producción, transporte y depósito de sedimentos son parámetros singularmente importantes en la definición de las propiedades estructurales y dinámicas de la planicie aluvial del Magdalena. Este, y su afluente el Cauca, difieren de otros grandes ríos sudamericanos en cuanto a la cantidad de sedimentos transportados y en cuanto a la capacidad sedimentógena de sus hoyas. La Tabla 3. muestra como las relaciones de carga anual por unidad de área y por unidad de caudal superan en más de un orden de magnitud las de otros ríos tropicales sudamericanos, a pesar de tener rendimientos semejantes; por sus altas concentraciones el Cauca y el Magdalena se asemejan más a los ríos monsónicos de Asia, que drenan áreas extremadamente estacionales.

Tabla 3. Comparación del transporte y concentración de sedimentos del Magdalena y Cauca con otros grandes ríos del mundo. Valores medios calculados cerca de la desembocadura.

río	carga/caudal (cientos t/año/m^3/s)	carga/area (miles t/año/km^2)	rendimiento (l/s/km^2)	concentración g/l	fuente
Magdalena	245	716	29	0,78	Marín, 1986
Cauca	281	1111	40	0,89	Marín, 1986
Amazonas	19	71	37	0,06	Welcomme,1985
Orinoco	61	118	20	0,19	Welcomme,1985
Paraná	61	40	7	0,19	Welcomme,1985
Missouri/Mississipi	179	97	5	0,57	Welcomme,1985
Vistula	15	9	6	0,05	Welcomme,1985
Rin	11	18	16	0,04	DGJB*
Danubio	35	27	8	0,11	Welcomme,1985
Nilo	442	42	1	1,4	Welcomme,1985
Niger	8	4	5	0,03	Welcomme,1985
Zaire	18	15	8	0,06	Saldarriaga, 1986
Ganges	829	1481	18	2,63	Saldarriaga, 1986
Hwang Ho	4222	2468	6	13,39	Saldarriaga, 1986

* Deutsches Gewässerkartejahrbuch, 1980

La fig. 6. muestra la variación longitudinal de la concentración y de la carga de sólidos en suspensión en el Magdalena. Se distinguen dos áreas, una predominantemente sedimentógena –aproximadamente el valle alto– donde la concentración y el transporte aumentan con el área y una segunda donde estos dos parámetros disminuyen, siendo los procesos de depósito más importantes. Esta segunda zona corresponde a los valles medio y bajo donde el río ha desarrollado una planicie aluvial.

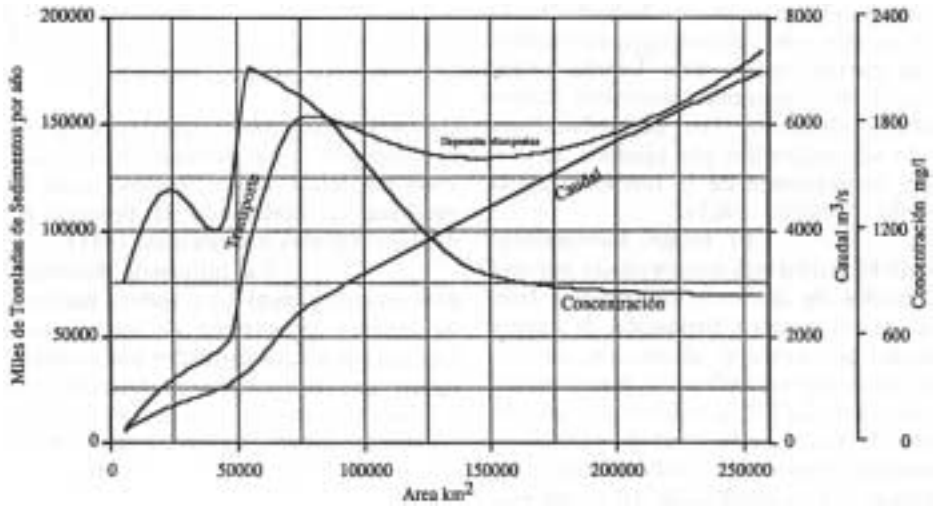

Fig. 6. Sedimentos transportados (miles de toneladas por año), concentración (mg/l) y caudal m^3/s del río Magdalena en función del área de la hoya (km^2).

El depósito de sedimentos formando sendos albardones en las riberas ha dado origen a grandes extensiones de aguas permanentes, someras –ciénagas– que acumulan la escorrentía lateral de la planicie. Estas pueden estar conectadas temporal o permamentemente, entre sí y directamente con el río, mediante un caño sinuoso o indirectamente a través de un afluente; algunas menores (ciegas) carecen de comunicación, mientras que otras forman complejos e intercambian agua tanto con un afluente como con el Magdalena (Dister y García, 1984). De acuerdo con el Inventario Nacional de Cuerpos de Agua realizado por HIMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras) en 1984 y reportado por Marín, 1986, la planicie aluvial del Magdalena (incluyendo los valles inferiores del Cauca, San Jorge y Cesar) posee 8.278 ciénagas y lagunas menores con un área permanente de 4.695 km^2 y con capacidad para almacenar 129.428 millones de m^3 de agua, el 41% del cual ocurre en sólo 8 de estos cuerpos.

Geomorfología y dinámica fluvial en la llanura aluvial

El valle aluvial medio–bajo del Magdalena es joven desde el punto de vista geomorfológico, además, como consecuencia principalmente de la alta carga de fomdo transportada, no ha desarrollado plenamente el patrón meándrico clásico de otros ríos (Martínez, 1981). El valle medio–bajo presenta tramos trenzados (entre Barrancabermeja y la confluencia del río Lebrija donde la pendiente y la carga aluvial de fondo son particularmente importantes, ocasionando una inestabilidad de cauce muy grande) alternados con tramos de meandros desarrollados activos (El Banco hasta Tacaloa por el Brazo de Mompox, Pedraza a Bocas de Ceniza) y con algunos sectores de entalle que confinan el río (Magangué–Yatí y Zambrano–Pedraza) causando el desborde del mismo aguas arriba del estrechamiento. Es transicional entre trenzado y meándrico en el sector Gamarra–El Banco y Yatí–Plato. El río es recto, de poca energía, en sectores que cruzan basines (Río Lebrija–Gamarra) o las depresiones tectónicas activas (Brazo Quitasol). Los acomodamientos sólo son requeridos por cambios de caudal, consecuencia de la furcación aguas arriba (Khobzi,1985).

El tramo Barrancabermeja–El Banco está caracterizado por una dinámica de desborde, divagación lateral de los cauces y formación de nuevos cauces por avulsión (desviación, cambio de curso por vertimiento y abandono del cauce anterior). Los paleocauces son objeto de reactivación total o parcial en muchos puntos. La avulsión está controlada por la ampliación del cauce mayor y elevación de lecho como consecuencia del depósito de sedimentos. La sinuosidad aumenta en el cauce parcialmente avulsionado (v.gr., en el Brazo de Mompox, cuyo proceso de avulsión comenzó hacia 1850), disminuyendo la pendiente y acelerando el proceso de avulsión (Rivera y Granados, 1981).

La influencia neotectónica, evidente en el área, induce cambios de curso y orientación de los mismos. Los nuevos brazos formados por avulsión tienen una orientación preferencial NE y coinciden con el marco tectónico sobre las márgenes del valle (Robertson, 1985).