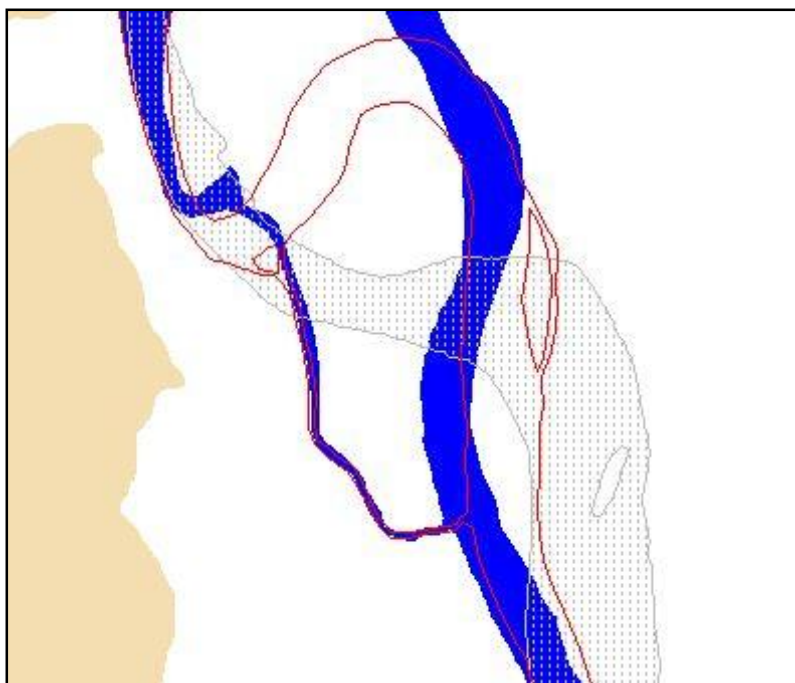




República de Colombia
Ministerio del Medio Ambiente
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios
Ambientales

ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAUCE DEL RIO
MAGDALENA EN EL PERIODO 1980 – 2000
SECTOR BARRANCABERMEJA – BOCAS DE CENIZA



Mayo de 2002

ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAUCE DEL RIO MAGDALENA EN EL PERIODO 1980 - 2000
SECTOR BARRANCABERMEJA – BOCAS DE CENIZAS

Coordinación Editorial:
IDEAM

Impresión y Encuadernación:
IDEAM

El presente estudio fue elaborado por el equipo técnico de la Subdirección de Geomorfología y Suelos del IDEAM.

Figura de la portada: ilustración de los cambios de curso del río Magdalena en el sector de Zambrano – Plato.

IDEAM.
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Diagonal 97 No 17-60 pisos 1,2,3, 7 y 10
Teléfono: 635-60-07
A.A. 018633
Internet [http:// www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

Bogotá, D.C. , mayo de 2002

**ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAUCE
DEL RIO MAGDALENA EN EL PERIODO 1980 - 2000
SECTOR BARRANCABERMEJA – BOCAS DE CENIZA**

Documento Técnico de Soporte para:

ESTUDIO AMBIENTAL DE LA CUENCA MAGDALENA-CAUCA
Y ELEMENTOS PARA SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Elaborado por:

**GRUPO TECNICO
SUBDIRECCION DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS, IDEAM**

BOGOTA, MAYO DE 2002

**INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA
Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM
SUBDIRECCION DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS**

**ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAUCE
DEL RIO MAGDALENA EN EL PERIODO 1980 – 2000
SECTOR BARRANCABERMEJA – BOCAS DE CENIZA**

CREDITOS

COORDINACION:

GRUPO TECNICO SUBDIRECCION DE GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

INVESTIGACION:

NESTOR JAVIER MARTINEZ A. Geólogo, MSc Medio Ambiente y Desarrollo.
Profesional Universitario de la Subdirección de Geomorfología y
Suelos del IDEAM.

OMAR JARAMILLO R. Geógrafo. Contratista de la Subdirección de Geomorfología y
Suelos del IDEAM.

COLABORACION:

CLARA INES JORDAN. Digitalización en Arc-Info. Funcionaria de la Subdirección de
Geomorfología y Suelos.

ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAUCE
DEL RIO MAGDALENA EN EL PERIODO 1980 – 2000
SECTOR BARRANCABERMEJA – BOCAS DE CENIZA

TABLA DE CONTENIDO

CREDITOS	
RESUMEN.....	iv
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Area de estudio.....	1
1.2. Metodología.....	1
2. PRINCIPALES RASGOS MORFOLÓGICOS DEL VALLE FLUVIAL	4
2.1. Sector Barrancabermeja – El Banco.....	4
2.2. Sector El Banco – Pinto	6
2.3. Sector Pinto – Pedraza	6
2.4. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza	6
3. DESCRIPCION DEL TRAZADO DEL CAUCE	8
3.1. Cauce de la década de 1980	8
3.1.1. Sector Barrancabermeja – El Banco	8
3.1.2. Sector El Banco – Yatí	8
3.1.3. Sector Yatí – Zambrano	10
3.1.4. Sector Zambrano – Pedraza	10
3.1.5. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza.....	10
3.2. Cauce de la década de 1990	10
3.2.1. Sector Barrancabermeja – El Banco	12
3.2.2. Sector El Banco – Yatí	12
3.2.3. Sector Yatí – Zambrano	13
3.2.4. Sector Zambrano – Pedraza	13
3.2.5. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza.....	13
3.3. Cauce de la década del 2000	14
3.3.1. Sector Barrancabermeja – El Banco	14
3.3.2. Sector El Banco – Yatí	16
3.3.3. Sector Yatí – Zambrano	16

3.3.4. Sector Zambrano – Pedraza	16
3.3.5. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza.....	16
4. DINAMICA DEL CAUCE EN EL PERIODO 1980 – 2000	18
4.1. Sector Casabe – San Pablo.....	18
4.2. Sector San Pablo – Bocas del Rosario	18
4.3. Sector Bocas del Rosario – Bodega Central.....	21
4.4. Sector Bodega Central – El Banco	21
4.5. Sector El Banco – Pinto	23
4.6. Sector Pinto – Zambrano	23
4.7. Sector Zambrano – Calamar.....	26
4.8. Sector Calamar – Bocas de Ceniza	26
5. ANALISIS DE LA DINAMICA.....	29
5.1. Sector Casabe - El Banco	30
5.1.1. Tramo Casabe – San Pablo	30
5.1.2. Tramo San Pablo – El Banco	30
5.2. Sector el Banco - Pinto	31
5.3. Sector Pinto – Bocas de Ceniza	32
5.3.1. Tramo Pinto - Calamar	32
5.3.2. Tramo Calamar – Bocas de Ceniza.....	32
6. CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS CITADAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación de imágenes de satélite utilizadas.

LISTA DE MAPAS

- Mapa 1. Configuración geomorfológica generalizada del valle inundable del río Magdalena.
- Mapa 2. Trazado del curso del río Magdalena. Década 1980.
- Mapa 3. Trazado del curso del río Magdalena. Década 1990.
- Mapa 4. Trazado del curso del río Magdalena. Década 2000.
- Mapa 5. Trazado del curso sector Casabe – San Pablo
- Mapa 6. Trazado del curso Sector San Pablo – Bocas del Rosario – Bodega Central
- Mapa 7. Trazado del curso sector Bodega Central – El Banco
- Mapa 8. Trazado del curso sector El Banco – Pinto
- Mapa 9. Dinámica del curso del río Magdalena período 1980-2000. Sector Pinto.
- Mapa 10. Trazado del curso sector Pinto – Zambrano – Calamar
- Mapa 11. Trazado del curso sector Calamar – Bocas de Ceniza.

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación es identificar y analizar los principales cambios que ha presentado el curso del río Magdalena en el trayecto Barrancabermeja – Bocas de Ceniza, durante el período 1980 – 2000, para establecer en forma aproximada los sectores donde el cauce se hace inestable. El valle aluvial del río Magdalena está morfológicamente compuesto por una planicie inundable, que se encuentra en parte delimitada por colinas y lomeríos de las cordilleras y serranías circundantes, así como por terrazas fluviales y fluviomarinadas altas y bajas en las grandes depresiones, donde la llanura se hace amplia y anegadiza. Dinámicamente se caracteriza por presentar un tramo trenzado con tendencia meándrica entre Casabe y San Pablo, el cual pasa a moderadamente meándrico en el curso posterior.

En el tramo Barrancabermeja – El Banco, el ancho del valle varía desde 5 Km (al sur) hasta aproximadamente 20 km en la parte central, con un curso de tendencia trenzada entre Casabe y San Pablo, el cual pasa a moderadamente meándrico en el trayecto restante. El tramo El Banco – Pedraza está representado por la extensa llanura de inundación de la depresión Momposina, donde el río se divide en dos brazos principales y numerosos brazos menores, todos en general con tendencia meandriforme. El sector Pedraza – Bocas de Ceniza presenta colinas que controlan el valle y lo confinan significativamente reduciendo la capacidad de migración del río, el cual se presenta aquí como meándrico.

Se identificaron como sectores de curso altamente inestables los siguientes: el comprendido entre Casabe y San Pablo, por alta migración de barras e islas; así como el sector Pinto – Zambrano, con características sinuosas y meándricas que favorecen la migración del curso y el recorte de curvas, que lo hacen uno de los tramos más dinámicos. Como inestable fue considerado el tramo entre San Pablo y Bodega Central, donde el curso ha adquirido una moderada sinuosidad, que ha favorecido el movimiento del curso y el recorte de algunas curvas. Estable y moderadamente estable fueron calificados los siguientes tramos: el de Zambrano – Calamar, donde las colinas controlan lo suficientemente al río para producir un cauce relativamente inmóvil; y el tramo Calamar – Bocas de Ceniza, donde los altos diques controlan el río y su escaso movimiento se reduce a la migración del cauce en llanura de divagación. Finalmente, se consideraron muy estables los siguientes tramos del río: el sector entre Bodega Central y El Banco, donde se presentan varios cursos, en general sinuosos pero poco móviles; y el sector El Banco – Pinto, donde los diferentes cursos que componen el Magdalena presentan moderada sinuosidad pero poca o ninguna movilidad.

1. INTRODUCCION

El río Magdalena ha presentado frecuentes variaciones en el trazado de su cauce a través de su valle fluvial, en una dinámica que refleja mayor o menor actividad en los diferentes tramos del río, el tipo predominante de la misma y el control que sobre el cauce ejercen algunos rasgos morfológicos y geológicos locales. Como producto de esta dinámica, el río Magdalena ha modelado su llanura aluvial, desplazándose lateralmente en ella o cambiando de curso, en un proceso continuo de construcción y destrucción geomorfológica.

Esta variación es analizada preliminarmente en este informe, considerando los trazados del cauce del río para tres períodos distintos: la década del 80, la década del 90 y el año 2000. Con base en información secundaria y la obtenida a partir de imágenes de satélite se establecen los principales rasgos del trazado del cauce para cada uno de estos períodos y se hacen consideraciones sobre su comportamiento y variabilidad.

1.1. Area de estudio

Comprende el tramo del cauce que discurre por el valle plano de origen fluvial que se extiende a lo largo del río Magdalena, entre las poblaciones de Barrancabermeja y Barranquilla (Figura 1). La extensión analizada del cauce es de aproximadamente 600 Km, el cual constituye parcialmente los límites departamentales de Santander, Antioquia, Cesar, Bolívar, Magdalena y Atlántico.

El sector analizado del cauce comprende parte de los informalmente denominados valles medio e inferior, caracterizados por la formación de un amplio valle fluvial, la presencia de numerosas ciénagas y de una extensa llanura de inundación.

1.2. Metodología

El análisis multitemporal del cauce del río Magdalena para el sector Barrancabermeja - Barranquilla tiene por objetivo el reconocimiento preliminar de los sectores donde la actividad dinámica del cauce es mayor, la cual se refleja en los frecuentes cambios de curso, sinuosidad, configuración y apariencia general del río.

Dadas las características del proyecto, el análisis multitemporal del cauce se apoyó principalmente en la utilización de información secundaria y la interpretación de

sensores remotos. Los principales pasos y procedimientos utilizados fueron los siguientes:



Figura 1. Localización del área de estudio

- *Caracterización del trazado del cauce para cada período:* para el período 1980 se utilizó el curso de la cartografía elaborada en el proyecto CIAF (1983), escala 1:100.000. Para el período 1990 se utilizaron imágenes de radar y Landsat de los años 1991, 1992, 1993 y 1996, pues no se tuvo una cobertura total para el área de estudio para un sólo año. Para el período 2000, se utilizaron imágenes Landsat del 2000 e imágenes de radar de 1999, con las cuales se logró cubrir toda el área de análisis. En la tabla 1 se presenta el listado de las imágenes utilizadas en esta evaluación.

- Análisis multitemporal y elaboración de la cartografía: para el análisis multitemporal del cauce se superpusieron los diferentes cursos y se definieron y caracterizaron los diferentes sectores con base en el grado de estabilidad del curso, variaciones de su dinámica fluvial y los cambios en la configuración del canal principal y los canales secundarios. La generación de la cartografía final fue realizada a partir de las coberturas levantadas con base en las imágenes, las que a su vez fueron georreferenciadas con la cartografía digital DANE- adquirida por el IDEAM. La cartografía final se encuentra a escala 1:100.000 y se halla disponible en formato ARC-INFO.

Tabla 1. Relación de imágenes de satélite utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	FECHA	CUBRIMIENTO
ERS Estándar	6869- 3411	Noviembre de 1992	Cauce del río Magdalena entre los municipios de Magangué y Real del Obispo, incluyendo parte del brazo Mompós.
ERS Estándar	6869-3429	Noviembre de 1992	Cauce del río Magdalena entre Pinillos y Magangué. Incluye parte de la depresión Momposina.
RADARSAT Estándar	Mo199615	Noviembre de 1999	Ríos Magdalena y Cauca, comprende los municipios de Morales, La Gloria, Ríoviejo y Tamalameque.
RADARSAT Estándar	Mo199616	Noviembre de 1999	Confluencia de los ríos Cauca y Magdalena, en este último se incluyen los brazos Quitasol, Mompós y Loba.
RADARSAT Estándar	Mo200526	Noviembre de 1999	Región de La Mojana y Depresión Momposina, ríos Cauca y San Jorge y poblados de Magangué y San Marcos.
RADARSAT Estándar	Mo199617	Noviembre de 1999	Margen oriental del río Magdalena entre Calamar y Tacamocho, incluye la ciénaga de Sapayán.
RADARSAT Estándar	Mo200527	Noviembre de 1999	Margen occidental del río Magdalena entre Calamar y Tacamocho, incluye la ciénaga de María La Baja.
RADARSAT Estándar	Mo199618	Noviembre de 1999	Cauce del río Magdalena entre Calamar Barranquilla. Incluye el delta del Magdalena.
Landsat TM 5	855	Marzo de 1991	Sector del río entre Gamarra y Barrancabermeja
Landsat TM 5	854	Agosto de 1993	Sector del río entre Gamarra y El Banco.
Landsat TM 5	952- corrida 80% al sur	Enero de 1996	Delta del Magdalena y el trayecto del cauce entre las poblaciones de Plato y Barranquilla.
Landsat ETM 7	953	Diciembre del 2000	Sector del río entre las poblaciones de Malambo y Córdoba. Incluye parcialmente el delta del Magdalena.
Landsat ETM 7	954	Agosto del 2000	Depresión Momposina, la Mojana y el río San Jorge
Landsat ETM 7	853	Junio del 2000	Sector de la ciénaga de Zapatosa
Landsat ETM 7	854	Noviembre 2000	Sector del río entre las poblaciones de El Banco y Gamarra.
Landsat ETM 7	855	Agosto del 2000	Sector del río entre Gamarra y Barrancabermeja.

2. PRINCIPALES RASGOS MORFOLÓGICOS DEL VALLE FLUVIAL

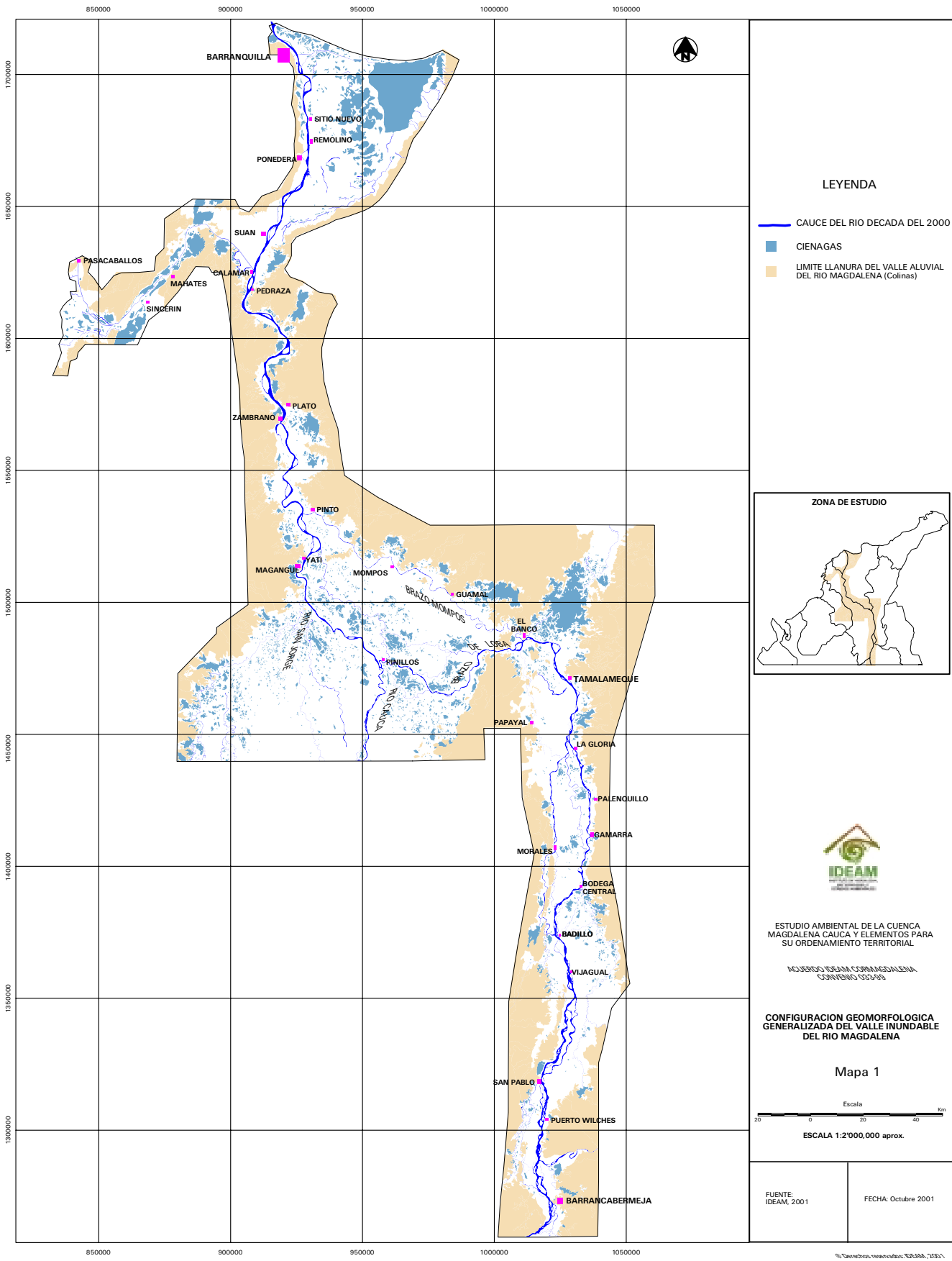
Para la descripción de los principales rasgos morfológicos del valle, se adopta la división propuesta por CIAF (1983), la que se basa en la designación de sectores con características geomorfológicas y geológicas particulares (Mapa 1). Los principales sectores y sus características predominantes se describen a continuación:

2.1. Sector Barrancabermeja – El Banco

Este sector de la llanura aluvial reciente se encuentra delimitada al occidente por un terreno de colinas bajas de la serranía de San Lucas, talladas en un sustrato predominantemente compuesto por rocas sedimentarias. Al oriente, el valle está limitado por un sistema de depósitos aluviales provenientes de la Cordillera Oriental, especialmente asociados con los ríos Sogamoso y Lebrija, que constituyen terrazas que actualmente se encuentran un poco más elevadas que el valle.

La planicie aluvial en este sector se encuentra surcada por antiguos cursos del río Magdalena, con diques naturales bien desarrollados y nítidos, que permiten definir claramente la vega de divagación y delimitan la llanura de inundación. Estos planos de inundación conforman extensas zonas pantanosas que se caracterizan por la escasa presencia de ciénagas y por presentar numerosos drenajes menores y brazuelos del río Magdalena, así como afluentes que corren paralelos al cauce principal, el cual es predominantemente recto en este tramo del río.

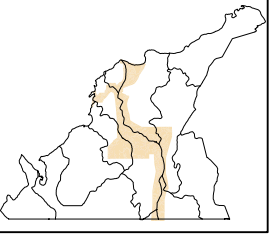
En la parte más sur de la zona de estudio, ubicada entre Barrancabermeja y Cantagallo, se presenta el tramo más angosto del valle, con un ancho de la planicie de inundación que varía entre 5-10 km. El cauce principal, que se encuentra recostado al oriente del valle, se presenta como un canal único en el cual ocurren frecuentes islas que lo cortan. La otra parte de este tramo del valle, que va desde Cantagallo al Banco, se caracteriza tener un valle más amplio que el anterior tramo, que puede llegar a sobrepasar localmente los 20 km. En ella se observan antiguos cauces del río Magdalena, así como la presencia de brazos menores del río que están activos como son el brazo Morales, el brazo Simití, el brazuelo del Dique y el brazo Papayal. Aguas abajo de la confluencia con el río Lebrija, que ocurre cerca de la población de Bodega Central, tanto el río Magdalena como los cursos antiguos parecen presentar cauces con tendencia meandriforme. En este sector en general, el río Magdalena muestra una preferencia a desplazarse por el lado oriental del valle, reutilizando en algunos casos antiguos cursos del río. Sin embargo, antes de la confluencia con el río Lebrija, el Magdalena transcurre por el occidente del valle.



LEYENDA

- CAUCE DEL RIO DECA DA DEL 2000
- CIENAGAS
- LIMITE LLANURA DEL VALLE ALUVIAL DEL RIO MAGDALENA (Colinas)

ZONA DE ESTUDIO



ESTUDIO AMBIENTAL DE LA CUENCA MAGDALENA CAUCA Y ELEMENTOS PARA SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL

INSTITUTO DEPENDENCIA CORPORA MAGDALENA COMANDO 1000000

CONFIGURACION GEOMORFOLOGICA GENERALIZADA DEL VALLE INUNDABLE DEL RIO MAGDALENA

Mapa 1

Escala
20 0 20 40 Km
ESCALA 1:2'000,000 aprox.

FUENTE:
IDEAM, 2001

FECHA: Octubre 2001

2.2. Sector El Banco – Pinto

Este sector corresponde con el área conocida como Depresión Momposina, la cual está conformada por una extensa llanura aluvial inundable en la cual confluyen los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. A la altura de El Banco, las estribaciones rocosas de la Serranía de San Lucas producen un estrechamiento del valle fluvial, punto a partir del cual el río se divide en dos corrientes: una que sigue por el brazo Mompós y otra que forma el brazo de Loba, por donde pasa actualmente la mayor parte del caudal.

Sobre la llanura de inundación de la depresión propiamente dicha, se observa una serie de brazos activos y abandonados que se vuelven a unir todos en Pinto, sobre los cuales ya se han sumado los ríos Cauca y San Jorge. Hacia el noreste y el centro de la depresión se observa el cauce actual y algunos cauces antiguos del brazo Mompós, los cuales presentan características meándricas bien desarrolladas. Los cauces activos y abandonados que se localizan en el área restante, presentan diques bien desarrollados y nítidos, sin indicios de desplazamiento lateral importante ni migración de meandros apreciable. Rodeando la mayor parte de la depresión Momposina se encuentran extensos planos, suavemente inclinados, en la base de las colinas.

2.3. Sector Pinto – Pedraza

Para el sector que va de Pinto a Pedraza se presenta un estrechamiento de la llanura aluvial, debido al encajonamiento del río entre las colinas compuestas por rocas sedimentarias terciarias. Para el tramo entre Pinto y Plato, el valle es lo suficientemente amplio como para permitir la divagación del curso y la formación de esporádicos brazuelos. Entre Plato y Pedraza, el confinamiento del cauce aumenta y el valle, que ahora es más reducido, todavía permite el desarrollo de ciénagas entre los diques laterales y las estribaciones de las colinas. Estas ciénagas, que ocupan amplias y alargadas entrantes en las colinas presentan con frecuencia cerros aislados en medio de una topografía de planos suavemente inclinados hacia el río Magdalena. Su mayor desarrollo se presenta en las cercanías de Zambrano, donde no se observan huellas de antiguos cauces dentro de estas ciénagas.

2.4. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza

A la altura de la población de Pedraza desaparece el control de las colinas y nuevamente el valle se amplía, ahora en forma muy considerable, para formar una extensa y amplia planicie deltáica hacia el norte sobre la ciénaga Grande de Santa Marta, y una bifurcación menor hacia el occidente en Cartagena, llamada Canal del Dique. Esta derivación del

Canal del Dique es considerada una derivación menor del río, que aprovechó zonas estructuralmente bajas para alcanzar el mar en periodos subrecientes.

En la actualidad, la desembocadura de Bocas de Ceniza concentra la actividad reciente del río, pero en la zona pantanosa restante se observa la evolución deltáica del Magdalena. En este sector se identificaron al menos tres cursos recientes y subrecientes, de los cuales se destacan antiguos cursos del río que se dirigían hacia el oriente y que desaparecen progresivamente debajo de las aguas y depósitos de las ciénagas. Finalmente, aparecen antiguos cursos con dirección norte que se presentan bien conservados y llegan hasta la línea de costa, donde la acción erosiva del mar los recorta.

3. DESCRIPCION DEL TRAZADO DEL CAUCE

En este aparte se describe el trazado y configuración del cauce del río Magdalena para tres períodos, correspondientes a la década del 80, década del 90 y década 2000. En forma general se describen aspectos relacionados con la sinuosidad del cauce y la configuración del canal principal y los canales secundarios.

3.1. Cauce de la década de 1980

Para la descripción del cauce de la década 1980 se utilizó como base la cartografía geomorfológica levantada por CIAF (1983), en la cual se emplearon fotografías aéreas tomadas durante el año 1981, en el período abril-agosto (Mapa 2). Esta cartografía se puede considerar como una buena aproximación a la configuración del cauce para un período definido (en este caso 1981), ya que los vuelos cubrieron todo el sector del río comprendido entre Barrancabermeja y Bocas de Ceniza.

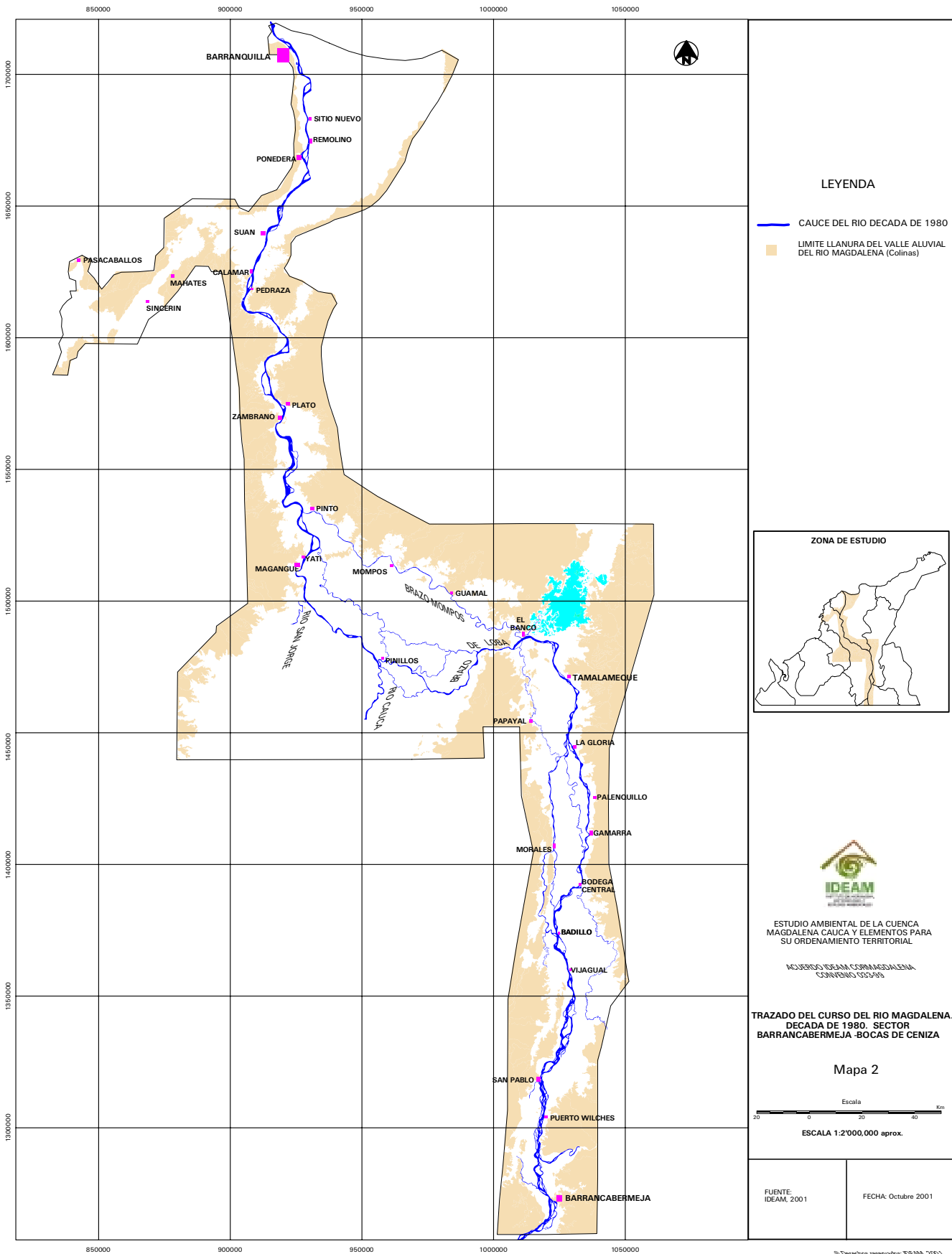
3.1.1. Sector Barrancabermeja – El Banco

El sector comprendido entre Barrancabermeja y la confluencia con el río Lebrija (cerca de la población de Bodega Central) presenta un cauce que morfológicamente se caracteriza por la presencia de numerosas islas y frecuentes barras que dividen el cauce en dos o tres canales, de configuración inestable y tamaño variable. Si se consideran en forma individual los brazos que conforman el río, localmente se puede considerar que presentan tendencia meándrica.

En el sector entre Bodega Central y El Banco el curso del río está caracterizado por un canal único de sinuosidad muy baja, relativamente angosto, con presencia de pequeñas islas en las orillas y con características locales de dinámica meandriforme poco activa, el cual alterna con sectores donde el río se ramifica en dos o tres canales y algunos brazuelos, que se separan del cauce principal y se adentran en la llanura de inundación, retornando aguas abajo nuevamente al canal principal.

3.1.2. Sector El Banco – Yatí

Este sector del río, localizado en la amplia y extensa llanura de desborde de la depresión Momposina, se caracteriza por presentar un curso único del cual se desprenden varios brazos que transcurren por la llanura inundación, entre los cuales se destacan los brazos de Viola, Guamal, Loba y Mompós, pero que posteriormente confluyen al río. Hacia el costado central y occidental de la depresión ocurre la confluencia de los ríos Cauca y San Jorge al Magdalena respectivamente, que representa un importante aporte de caudal al sistema fluvial.



El tramo del río comprendido entre la población de El Banco y la confluencia con el Cauca (cerca de la población de Pinillos) se caracteriza por un canal único estrecho, con sinuosidad baja en general, similar a la que presentan los demás brazos que se desprenden del actual canal principal. Sin embargo, aguas abajo de Pinillos y hasta la población de Yatí, el río sigue un curso relativamente recto, excepto en dos reducidos sectores (Barbosa y Magangué) donde presenta pequeñas secuencias de curvas pronunciadas con apariencia meandriforme.

3.1.3. Sector Yatí – Zambrano

El cauce presenta una ampliación en este tramo del río, con formación de grandes islas sucesivas que dividen el río en brazos de similar importancia en el sector entre Yatí y Pinto, sin embargo, aguas abajo de Pinto, un canal principal concentra la casi totalidad del caudal y se presenta localmente la formación de meandros perfectos, como los observados cerca de las poblaciones de Tacamocho y Zambrano.

3.1.4. Sector Zambrano – Pedraza

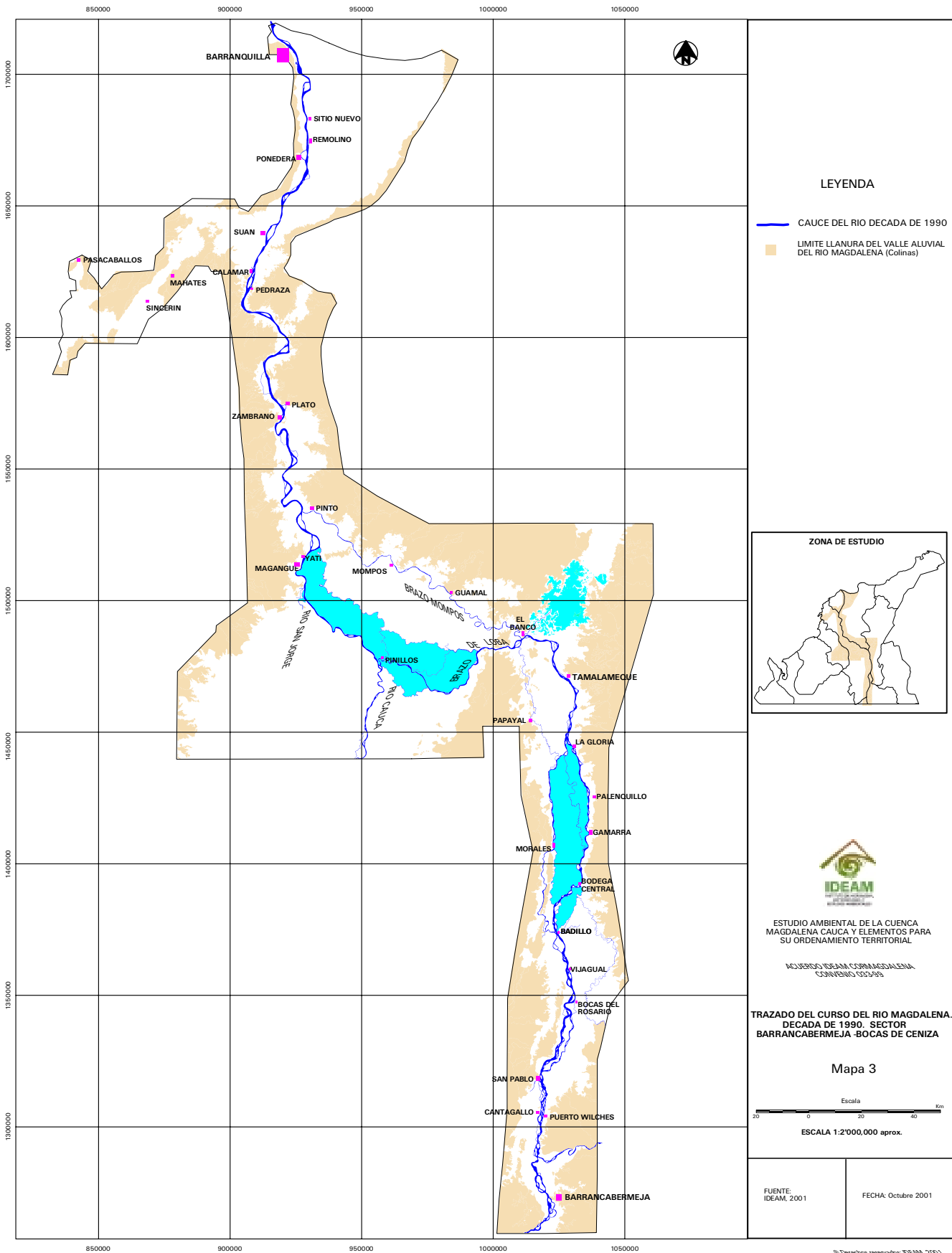
La característica principal de este sector es la notable reducción del valle aluvial por el control estructural y litológico que ejercen las colinas del área. Sin embargo, se alcanzan a formar tramos de mayor amplitud del valle, donde el río se divide en dos brazos separados por islas y barras anchas. De manera general la sinuosidad es baja, tanto en los tramos de canal único como en los brazos considerados por separado.

3.1.5. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza

A partir de Pedraza, el río presenta en forma general una dinámica meándrica, en la que predomina la configuración de canal único. Sin embargo, se observa la división del canal en dos brazos relativamente estables en algunos sectores donde se forman grandes islas. Entre las poblaciones de Calamar y Cerro de San Antonio el río presenta un trazado recto, que se torna moderadamente sinuoso desde ahí hasta la desembocadura, con subdivisión local en dos brazos en Guáimaro, Ponedera, Malambo y el puente de Barranquilla. El trazado entre Barranquilla y Bocas de Ceniza se encuentra en su mayor parte controlado por estructuras artificiales.

3.2. Cauce de la década de 1990

El análisis del cauce correspondiente a la década de 1990 tomó como base de referencia imágenes de diferente fecha de adquisición de la década del 90 que cubren el área de estudio (Mapa 3). El tramo comprendido entre Barrancabermeja y Heredia fue levantado a partir de imágenes Landsat y radar de los años 1991-1993, en tanto que el tramo comprendido entre Heredia y Bocas de Ceniza fue cartografiado a partir de una imagen Landsat de 1996. Con esta cobertura de imágenes se obtuvo una visión completa y representativa del trazado del cauce para la década del 90, especialmente del primer tramo, donde el cauce se caracteriza por ser muy activo y dinámico. A



continuación se describen las principales características del trazado del río para este período de análisis.

3.2.1. Sector Barrancabermeja – El Banco

En el sector comprendido entre las poblaciones de Barrancabermeja y San Pablo el cauce del río Magdalena se caracteriza por la presencia de numerosas islas, barras y bancos, que dividen el cauce en dos o tres canales. Las islas son de tamaño variable, configuración inestable y distribuidas en forma irregular a lo largo y ancho del cauce. Debido a la presencia de las islas, el cauce se puede dividir en un canal principal y uno o dos canales secundarios, pero que en general permanecen cercanos y producen un aspecto de río trenzado.

Para el sector comprendido entre San Pablo y Bocas del Rosario, el cauce del río Magdalena se presenta dividido en dos canales, siendo el canal ubicado al occidente el más importante. Estos canales, que corren en forma semiparalela, presentan formación de islas y barras y baja sinuosidad, así como la formación de curvas con características meandriiformes al sur de Bocas del Rosario.

El tramo que se extiende entre Bocas del Rosario y El Banco se caracteriza por la presencia de varios brazos con baja a moderada sinuosidad. En este sector del valle, el río Magdalena se divide en dos o tres canales, (Magdalena, Simití, Morales; así como los brazuelos de El Dique y Papayal), pero siempre con un canal principal, sobre el cual se forman preferencialmente las islas. Algunos de estos ramales transcurren por la llanura en forma paralela al río, y regresan al canal principal después de haber recorrido distancias de hasta 40 kilómetros. Otra característica de este tramo del río, aunque no tan importante como las anteriores, es la presencia de esporádicas islas grandes que dividen el curso en dos canales, de las cuales, los casos más importantes están al norte de Tamalameque y al sur de Badillo. En este tramo, en forma general puede decirse que tanto el canal principal como los brazos menores presentan características locales de dinámica meandriiforme.

3.2.2. Sector El Banco – Yatí

Este tramo del río se caracteriza por presentar la división del cauce en un canal principal y varios canales secundarios, que recorren trayectos importantes de la llanura de inundación de la depresión Momposina antes de volverse a unir al canal principal, así como de recibir dos importantes afluentes del Magdalena: el Cauca y el San Jorge. La división más importante se produce adelante de la población de El Banco, donde el río se divide en los brazos de Loba y Mompós. El primero es el más activo y por donde corre la mayor parte del caudal, en tanto que el segundo se encuentra en proceso de abandono. Del brazo de Loba se desprenden posteriormente otros brazos menores que se entrelazan y rodean el canal principal, siendo los principales los denominados como Quitasol, Violó, Chicagua y Guamal.

En este sector del río, el tramo comprendido entre El Banco y Pinillos se caracteriza por presentar un canal único estrecho, con excepción del sector de El Banco, donde una gran isla divide el río en dos canales. En general se considera que la sinuosidad del canal principal es baja, al igual que los brazos que se desprenden en esta llanura de inundación; se exceptúa el brazo Mompós en su tramo El Banco – Guamal, que muestra una bien desarrollada sinuosidad y clara dinámica meandriforme. Aguas abajo de la población de Pinillos, en el tramo que se extiende desde la confluencia con el río Cauca y la población de Yatí, el río presenta un curso relativamente recto, con dos curvas sucesivas pronunciadas cerca de la población de Magangué, y otra secuencia de curvas de menor tamaño sobre la población de Barbosa. Aguas arriba de estas curvas se encuentra también una pequeña isla que divide el canal principal en dos canales.

3.2.3. Sector Yatí – Zambrano

En este sector del río, el cauce del Magdalena recorre un valle relativamente amplio que está limitado por colinas; como principal característica morfológica se encuentra la formación de grandes islas sucesivas que hacen que localmente el río se divida en dos brazos, de los cuales uno es dominante y el otro bastante menor. El canal principal, visto en forma separada, se caracteriza por presentar sinuosidad moderada, con formación local de meandros. Sin embargo, en el sector entre Yatí y Pinto, el canal principal presenta localmente la formación de meandros perfectos, como el observado cerca de la población de Tacamocho, pero que son cortados por un canal reducido y que podrían interpretarse como un posible inicio de recorte de los meandros.

3.2.4. Sector Zambrano – Pedraza

El sector comprendido entre las poblaciones de Zambrano y Pedraza se caracteriza por un valle aluvial estrecho que produce el confinamiento del río. El control estructural y litológico de las colinas se refleja en la formación de un valle con fuertes estrechamientos y leves ampliaciones, donde el río se confina en un canal en el valle estrecho, y se expande en dos canales en las zonas más amplias. Este control produce un valle configurado como una sucesión de tramos angostos y amplios, en el cual el río presenta baja sinuosidad y con formación de grandes islas en las zonas donde se divide en dos canales, como las localizadas en Pedraza, Heredia y Real del Obispo.

3.2.5. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza

Para el período analizado, el curso del río en este sector se caracteriza por presentar un trazado relativamente recto, excepto la curva pronunciada ubicada a la altura de Soledad. Aunque predomina el curso conformado por un canal único, también se presentan cuatro sectores donde el río se divide en dos canales de similar importancia, dando origen a grandes islas. También se resalta la presencia de curvas pronunciadas que fueron abandonadas, y que ahora están representadas en pequeños canales en proceso de sedimentación. Como ejemplo se citan los casos de Ponedera y Guaimaro. Si se consideran los canales en forma separada, estos en general presentan una dinámica meándrica, con aspecto moderadamente sinuoso desde la población de

Salamina hasta su desembocadura. El tramo final del río, comprendido entre Barranquilla y Bocas de Ceniza, presenta un fuerte control por obras civiles que lo confinan.

3.3. Cauce de la década del 2000

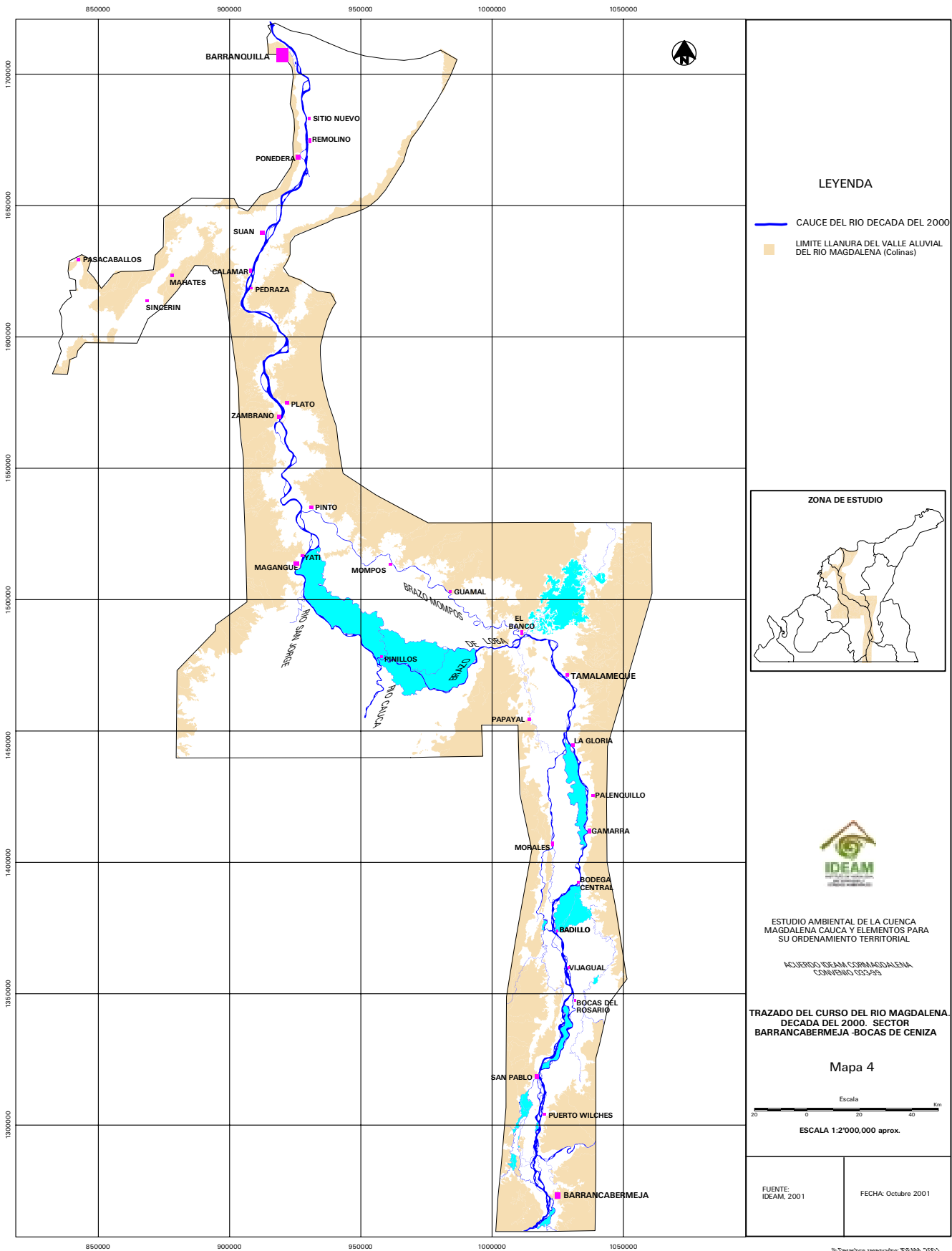
Para la descripción del cauce de la década 2000 se utilizó como base la cartografía geomorfológica levantada por el IDEAM a partir de imágenes de satélite Landsat del año 2000, y complementada con imágenes de radar del año 1999 en los sectores donde la nubosidad no permitió seguir el curso en las imágenes multiespectrales. Esta cobertura de imágenes cubre la totalidad del área de estudio y proporciona un trazado del cauce confiable y reciente para el río Magdalena, considerando la escala del estudio (Mapa 4). A continuación se describen las principales características del trazado del río para este período de análisis.

3.3.1. Sector Barrancabermeja – El Banco

El sector comprendido entre Barrancabermeja y la población de San Pablo presenta un cauce caracterizado por la presencia de numerosas islas y frecuentes barras que dividen el cauce en dos o tres canales, de configuración inestable y tamaño variable, y que en ocasiones cambia a un canal principal o dos canales dominantes y numerosos cursos menores asociados, semejando una red de canalitos paralela al canal principal. Considerados los canales en forma individual, tanto los principales como los menores, se puede considerar que localmente presentan tendencia meándrica.

En el sector entre San Pablo y Bocas del Rosario, el río Magdalena presenta un curso dividido en dos canales, siendo el occidental levemente más ancho que el oriental. Estos canales, que corren en forma casi paralela uno del otro, tienen una moderada sinuosidad y presenta características de dinámica meandriforme. En el canal occidental se observa la formación de pequeñas islas y canales menores que recortan las curvas pronunciadas del canal principal.

El tramo comprendido entre Bocas del Rosario y El Banco se caracteriza por un canal principal con sinuosidad que varía entre baja y moderada, del cual se desprenden canales menores que rápidamente vuelven a conectar al canal principal, además del desprendimiento de brazos y brazuelos que se separan del canal mayor y penetran en la llanura de inundación, recorriendo grandes trayectos en forma casi paralela al río. Ejemplo de estos brazos y brazuelos son los de Simití, Morales, Papayal, El Dique y Chorro de Badillo. También se observa, al norte de Tamalameque, la formación de una isla que divide localmente el curso en dos canales de similar importancia. En este tramo también, tanto el canal principal como los brazos menores presentan características locales de dinámica meandriforme.



3.3.2. Sector El Banco – Yatí

Adelante de la población de El Banco, el río Magdalena se divide en dos brazos, Loba y Mompós, concentrando el primero la mayor parte del caudal, y el segundo presentando un proceso de sedimentación y abandono. En este sector el río transcurre por una amplia llanura de inundación, siendo su principal característica la de presentar un curso único del cual se desprenden varios brazos que se alejan del canal principal hacia la llanura de inundación, entre los cuales se destacan los brazos de Viola, Guamal, Quitasol y Mompós, brazos que posteriormente convergen al río.

Para el tramo comprendido entre El Banco y Pinillos, el río se caracteriza por presentar un canal único estrecho, excepto en El Banco, donde una gran isla divide el río en dos canales. La sinuosidad del canal es baja en general, tal como ocurre con los brazos que se desprenden del actual canal principal, excepto el brazo Mompós, que muestra una clara dinámica meandriforme en el tramo El Banco – Guamal. Después de la confluencia con el río Cauca, que ocurre cerca de la población de Pinillos, y hasta la población de Yatí, el cauce principal mantiene un curso relativamente recto, con sólo dos curvas pronunciadas en los sectores de Barbosa y Magangué.

3.3.3. Sector Yatí – Zambrano

El cauce del río Magdalena en este tramo transcurre por un valle relativamente amplio limitado por colinas, en el cual ocurre la formación de grandes islas sucesivas que dividen el río en brazos de variable importancia. El canal principal presenta una moderada sinuosidad, con formación local de meandros. En el sector entre Yatí y Pinto, sin embargo, un canal principal concentra la casi totalidad del caudal y se presenta localmente la formación de meandros perfectos, como el observado cerca de la población de Tacamocho.

3.3.4. Sector Zambrano – Pedraza

A partir de la población de Zambrano, el valle aluvial se reduce en forma notable por el control estructural y litológico de las colinas, que produce el confinamiento del río. Como resultado se configura un río con baja sinuosidad, con tramos angostos del valle donde el río presenta un canal único, y tramos más amplios, donde el río presenta dos canales, con la formación de islas y barras grandes y anchas.

3.3.5. Sector Pedraza – Bocas de Ceniza

En este sector del río, el cauce se caracteriza por presentar un trazado relativamente recto, conformado por tramos donde el río presenta un canal único y otros donde el cauce se divide en dos canales, sin embargo, considerados los canales en forma separada estos presentan en general una dinámica meándrica, manteniendo un aspecto moderadamente sinuoso desde la población de Cerro de San Antonio hasta su desembocadura.

Antiguas islas que antes dividían el río, ahora se encuentran conectadas a la orilla, como es el caso Ponedera, Guaimaro, y Salamina. El tramo comprendido entre Barranquilla y Bocas de Ceniza se considera que en buena parte está controlado por estructuras artificiales.

4. DINAMICA DEL CAUCE EN EL PERIODO 1980 – 2000

Con base en los levantamientos geomorfológicos del cauce del río Magdalena para los períodos 1980, 1990 y 2000 se analizan los principales cambios que ha sufrido el trazado del curso, con el propósito de identificar los sectores donde la dinámica fluvial es más activa y el cauce del río se hace inestable. A continuación se describen los principales aspectos de la dinámica del río Magdalena en el período analizado con base en el comportamiento predominante del curso en los diferentes sectores del río.

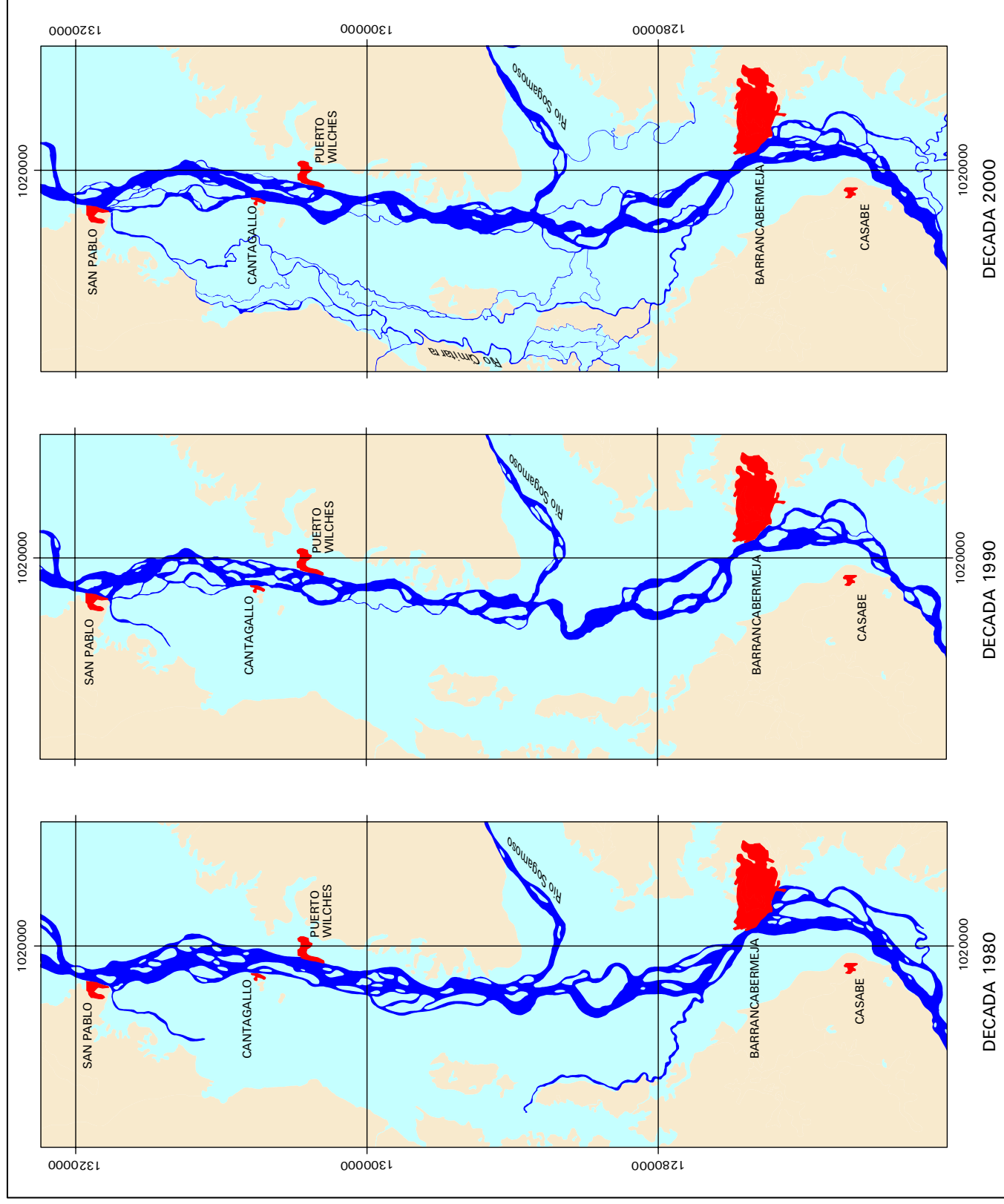
4.1. Sector Casabe – San Pablo

La principal característica dinámica de este sector del río es la alta variabilidad que presenta su cauce en su configuración, representado en la gran movilidad de las islas, desplazamiento de curvas y moderada variabilidad del canal principal y los canales secundarios (Mapa 5). Resalta en la dinámica de este sector dos puntos donde el río ha mantenido una relativa estabilidad de su canal único, dando la apariencia de presentar algún control; estos puntos se encuentran ubicados al norte de las poblaciones de Barrancabermeja y San Pablo. En ambos casos, el río está golpeando contra una zona de colinas en una de sus orillas, las cuales pertenecen a las terrazas fluviales levemente más altas.

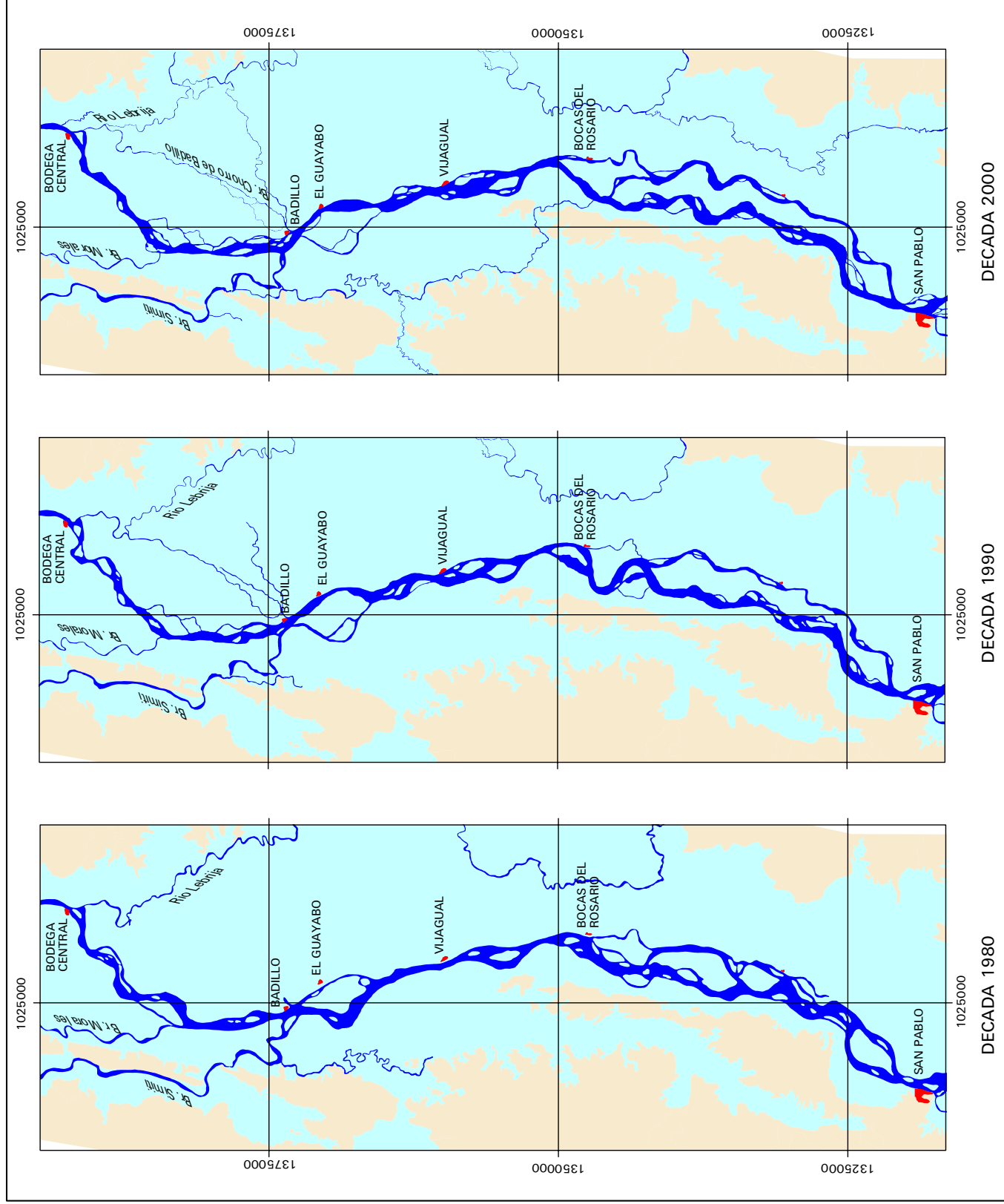
Adicionalmente y respecto a los afluentes, se observa gran estabilidad en el curso del río Sogamoso en su desembocadura al Magdalena, el cual sólo muestra moderada movilidad de islas en el tramo final de su confluencia.

4.2. Sector San Pablo – Bocas del Rosario

Este sector del río se caracteriza por presentar un cambio en su dinámica y configuración, que es apreciable a partir de la comparación de los cursos analizados (Mapa 6). Para el período 1980 el río presenta un canal único de muy baja sinuosidad, con presencia de grandes islas y barras; para el período 1990 el canal único se ha dividido y se presentan un canal principal y un canal secundario, los cuales comienzan a insinuar el desarrollo de curvas, dándole al río una apariencia de baja a moderada sinuosidad. En el trazado del 2000, los dos canales se han definido mejor, las curvas están mejor desarrolladas y la sinuosidad ya es moderada, en la cual los dos canales discurren en forma casi paralela, alcanzando el nuevo canal mayor anchura, pero manteniéndose como secundario. Sobre el canal principal se mantiene la presencia de islas y barras ocasionales pero no tan numerosas como antes, las cuales eran



MAPA 5. TRAZADO DEL CURSO SECTOR CASABE - SAN PABLO



MAPA 6. TRAZADO DEL CURSO SECTOR SAN PABLO - BOCAS DEL ROSARIO - BODEGA CENTRAL

características del río en este tramo cuando presentaba un sólo canal. En conjunto, en este tramo del río el curso puede calificarse como inestable.

4.3. Sector Bocas del Rosario – Bodega Central

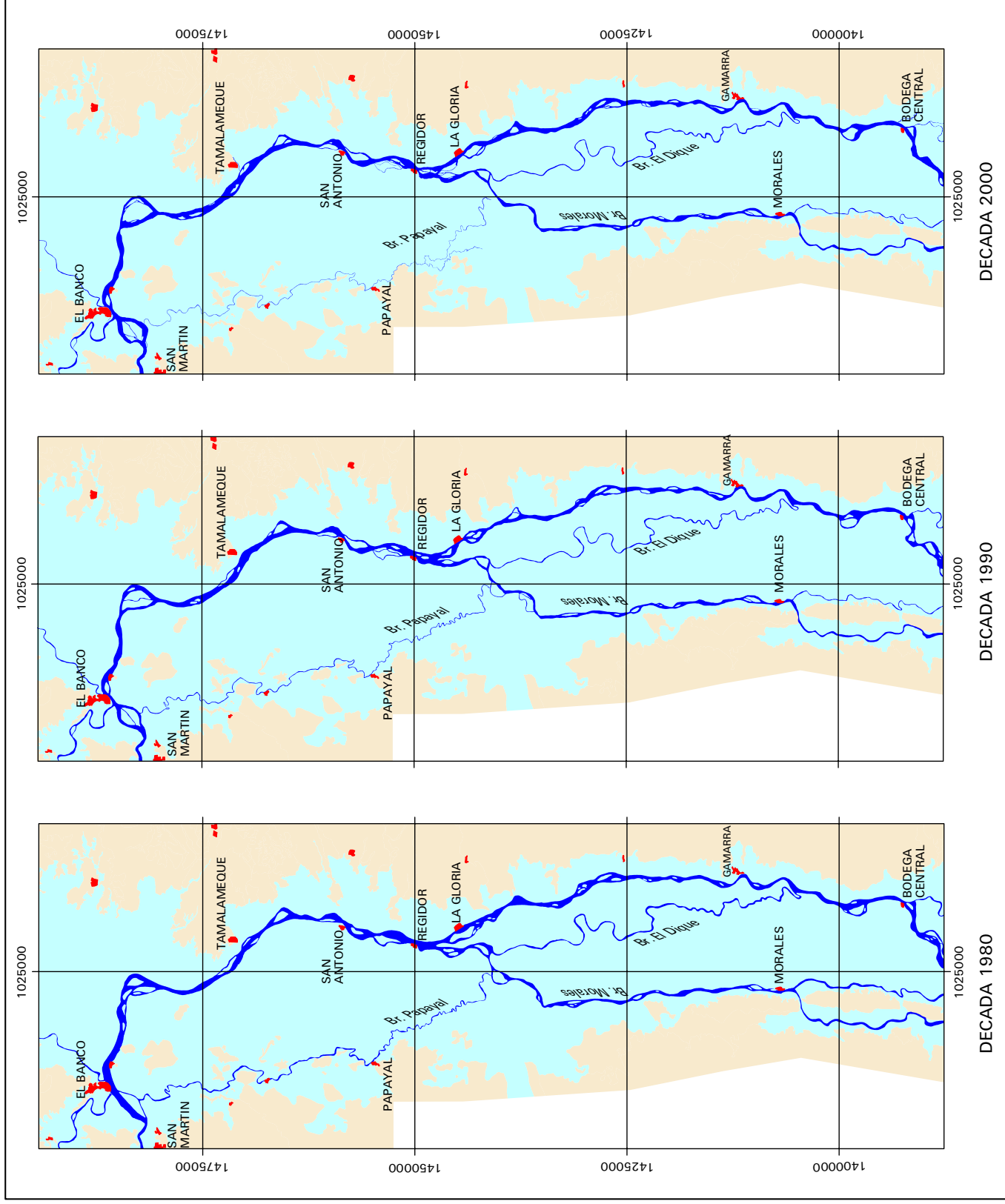
Este tramo del río se caracteriza por presentar nuevamente un trazado con canal único, con presencia de numerosas islas y barras, curvas frecuentes y baja a moderada sinuosidad (Mapa 6). Las curvas presentan en general gran movilidad, así como las barras e islas. El cambio más dramático observado se presenta al sur de la población de Badillo, donde para el período 1980 el río se dividía en dos canales, siendo el principal el occidental; sin embargo, para el 90 y el 2000 se evidencia el progresivo abandono del canal occidental y la concentración de la casi totalidad del caudal en el canal oriental, reduciéndose el primero a un pequeño caño.

En forma general, este sector del río también se caracteriza por la presencia de numerosos caños y brazuelos que confluyen y se desprenden del río, pero que se activan y desactivan inesperadamente. En estos caños y brazos se observan algunos cambios, como es el caso del brazo Simití, que ha cambiado levemente su curso, así como lo hace el río Lebrija, que transcurre durante casi 50 km paralelo al río por una antigua vega de divagación, hasta desembocar a la altura de Bodega Central al Magdalena. Se observa también en las imágenes y mapas un leve ensanchamiento del caño Chorro de Badillo, que recorta una curva del río entre las poblaciones de Badillo y Bodega Central, el cual presenta ahora mayor actividad.

4.4. Sector Bodega Central – El Banco

Este largo tramo del valle comprende un sector del cauce que presenta un comportamiento relativamente estable y uniforme en su dinámica, la cual está representada fundamentalmente en una leve migración de algunas curvas del río, así como una relativa buena estabilidad de islas, las cuales sólo presentan modificaciones en su tamaño (Mapa 7). La estabilidad de la posición del cauce es buena en general para el período analizado en este tramo. Las principales zonas de cambio se presentan en los siguientes puntos: al norte de Bodega Central; al norte de la población de Tamalameque; y al suroeste de El Banco. En estos tres puntos, para el período 1980 el río presentaba una amplia y pronunciada curva y un pequeño canal que la recortaba; en tanto que para los dos siguientes períodos es evidente la consolidación del segundo canal, casi hasta el grado de alcanzar similar importancia que el primero, así como la conformación de una gran isla central que divide al río en dos canales.

En este tramo del río, que puede considerarse con baja a moderada sinuosidad, el cauce puede calificarse como relativamente estable, con muy localizada actividad dinámica. Respecto a los brazos menores asociados al canal principal del Magdalena



MAPA 7. TRAZADO DEL CURSO SECTOR BODEGA CENTRAL - EL BANCO

en este tramo, estos presentan gran estabilidad en su trazado, con cambios de curso menores ocurridos en los brazos Papayal y Morales.

4.5. Sector El Banco – Pinto

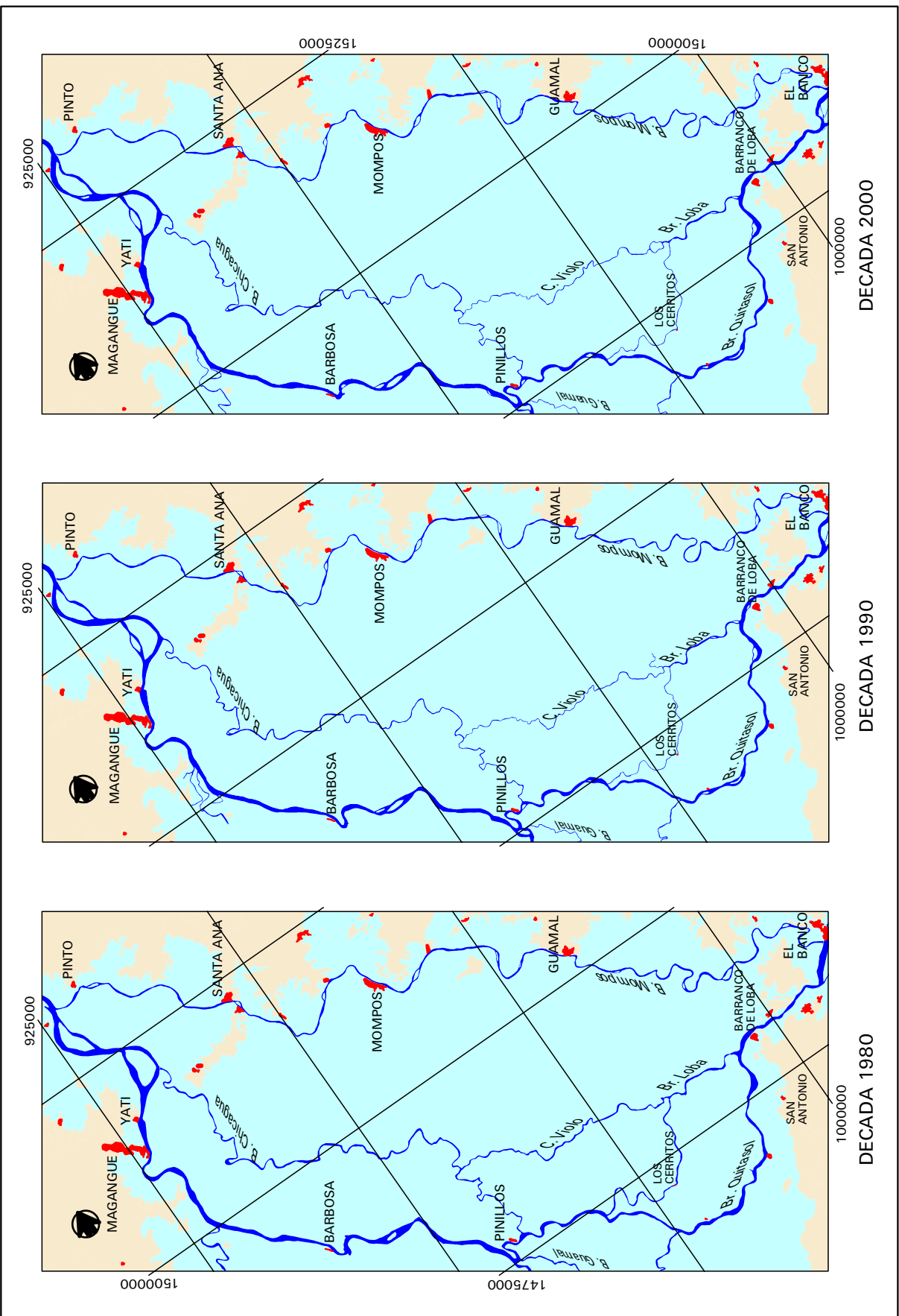
Este es posiblemente el sector más estable del todo el trazado del curso del río Magdalena, en el cual el canal principal ha mantenido similar posición durante el período de análisis, al igual que los canales o brazos secundarios (Mapa 8). La muy escasa actividad observada está concentrada en el movimiento de las esporádicas islas cartografiadas (p.e. cerca de los poblados de San Antonio, Barbosa y Pinto) y en pequeñas variaciones en los brazos menores (p.e. el brazo de Loba, aguas abajo del poblado de Los Cerritos). La mayor actividad del sector se observa entonces en los cauces de los principales afluentes, como son el San Jorge y el Cauca, los cuales si han presentado variaciones notables en los trayectos finales de sus cursos.

Cartográficamente en este sector se observa un leve desfase de la cartografía del CIAF (1983) y la obtenida mediante las imágenes Landsat, georreferenciadas a partir de la cartografía digital del DANE-IGAC. Esta diferencia puede ser explicada como producto de la deformación de las planchas del CIAF en las heliografías, al proceso de digitalización, el error incorporado en las planchas al realizar la transferencia de la información fotointerpretada (CIAF, 1983) y las deficiencias cartográficas originadas en la pobre cartografía básica que siempre a tenido esta zona.

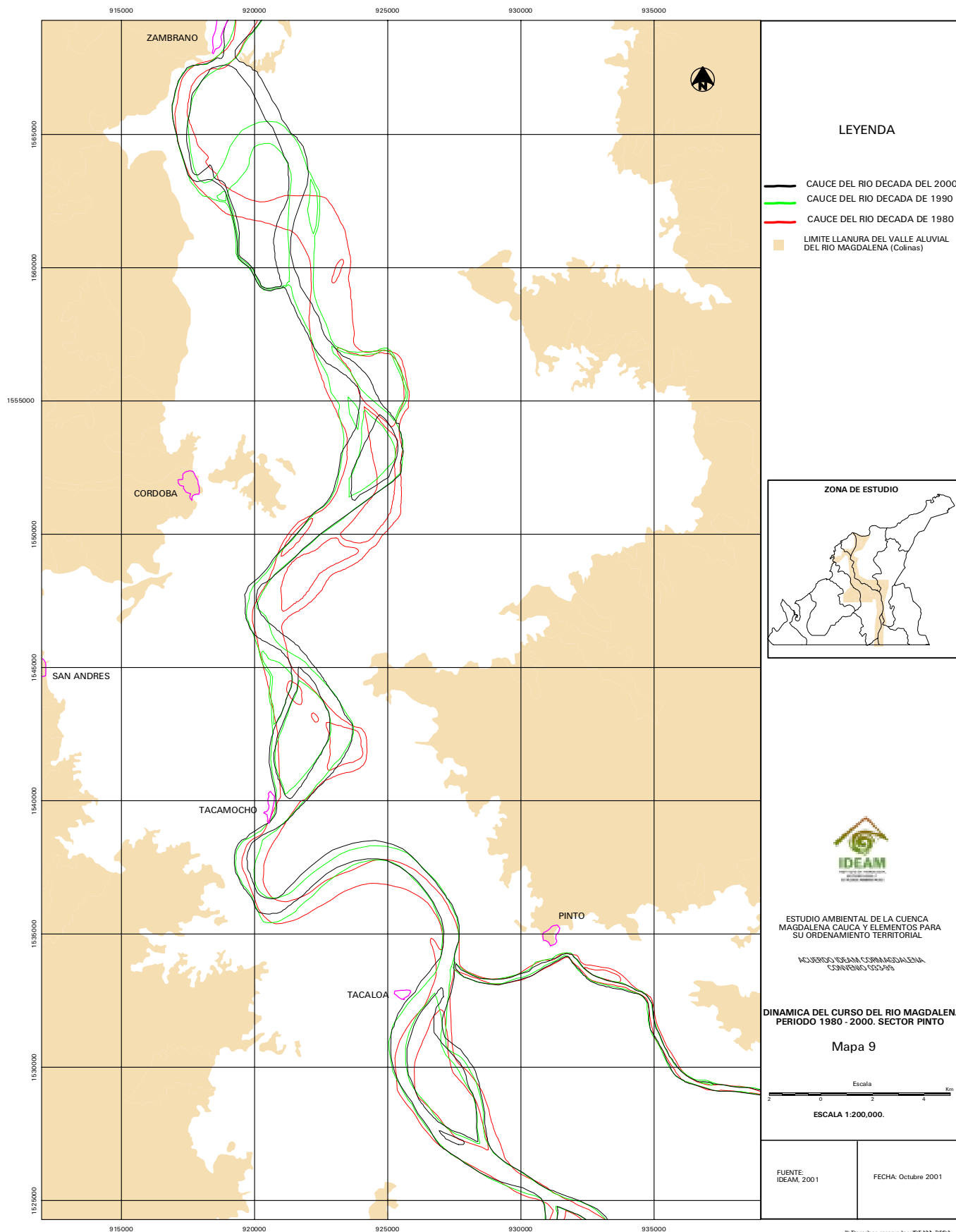
4.6. Sector Pinto – Zambrano

El análisis del trazado del curso del río para los tres períodos de referencia permitió observar que este es uno de los tramos del río más dinámicos, donde ocurre una alta inestabilidad del trazado del cauce del río y una notoria divagación del cauce (Mapa 9). Este sector del río está caracterizado por el predominio de un canal y la presencia de sucesivas curvas pronunciadas, reflejo del predominio de una dinámica meándrica y alta sinuosidad del cauce. También es notoria la movilidad e inestabilidad de las islas y brazos laterales, que esporádicamente alcanzan a configurar un cauce con dos canales.

Para el período de 1980, el trazado del río presentaba numerosas curvas, las cuales para el período 1990 y 2000 han sido modificadas, de las cuales algunas se hallan en proceso de recorte y otras, ya definitivamente abandonadas y el cauce discurriendo por la otra orilla de la vega de divagación. También se presentan sectores donde las curvas se han mantenido, pero ellas han migrado de posición y se ha ampliado su radio.



MAPA 8. TRAZADO DEL CURSO SECTOR EL BANCO - PINTO



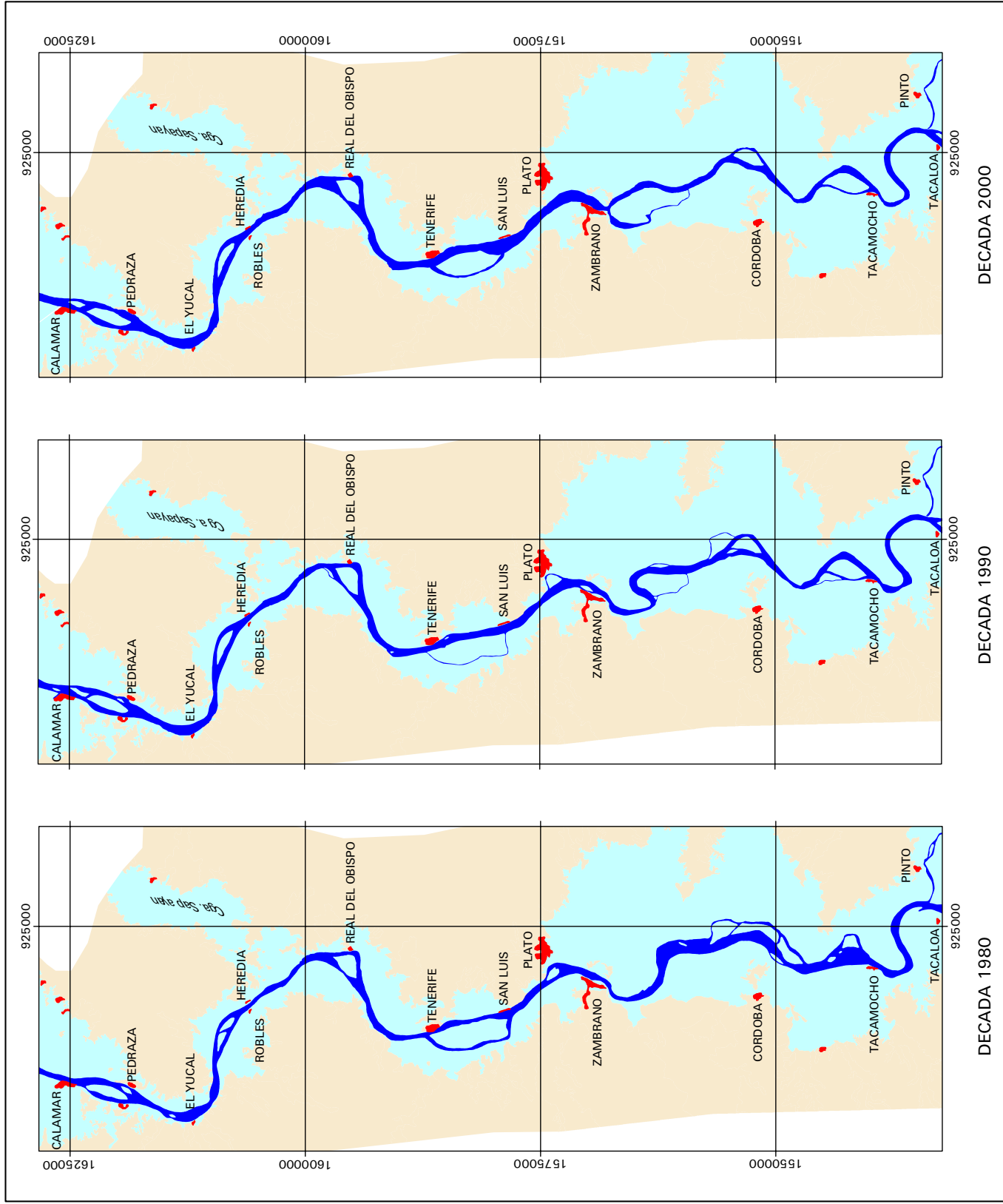
4.7. Sector Zambrano – Calamar

El confinamiento que confieren las colinas al valle del río en este tramo, produce un cauce que puede considerarse relativamente estable, en el cual el canal principal mantiene su posición en el tiempo en forma general, y su migración aparente es mínima (considerando la escala de análisis); respecto a las islas, ellas muestran gran estabilidad, pues su posición también es relativamente estable y los cambios se reducen básicamente a leves cambios en la forma y el tamaño (Mapa 10). El cambio más importante en el trazado se encuentra en el sector del río cercano a la población de Tenerife. En este punto, para el período de 1980 el río presenta dos canales de similar importancia, que para los períodos 1990 y 2000 se han transformado en un canal principal (el oriental) donde se concentra la mayor parte del caudal, y un canal secundario, estrecho y en proceso de abandono.

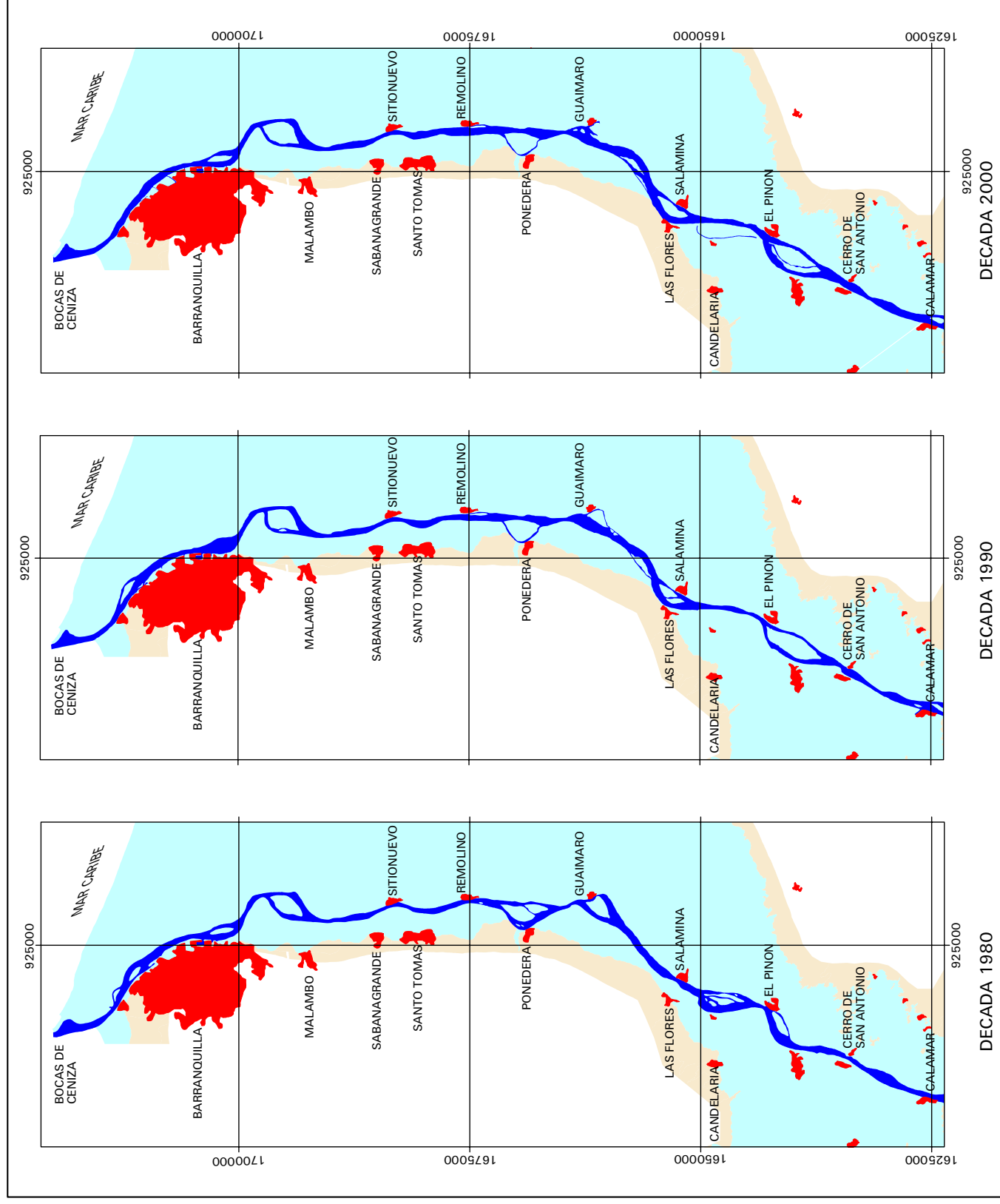
4.8. Sector Calamar – Bocas de Ceniza

El tramo final del río Magdalena puede calificarse con baja a moderada inestabilidad, la cual está principalmente representada en la moderada movilidad de las islas presentes, la migración de las principales curvas y los cambios menores en la sinuosidad del cauce en general (Mapa 11). Esto se refleja en el abandono de curvas por el río, la formación y destrucción de islas y la divagación del río en su vega que produce que el río discurra periódicamente por ambas orillas.

Es posible que en este sector del río ocurra una mayor dinámica natural, pero posiblemente debido a la infraestructura civil levantada en numerosos poblados para controlar los desbordes del río, este se halle parcialmente confinado y la dinámica natural notoriamente reducida.



MAPA 10. TRAZADO DEL CURSO SECTOR PINTO - ZAMBRANO - CALAMAR



MAPA 11. TRAZADO DEL CURSO SECTOR CALAMAR - BOCAS DE CENIZA

5. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA

Para realizar una tentativa explicación de los cambios y modificaciones que ha presentado el río Magdalena en el período 1980-2000 es necesario considerar primero las características regionales del valle y los principales aspectos de su evolución reciente.

Geológicamente el valle del río Magdalena analizado se puede dividir en tres sectores con evolución y comportamiento diferente. Un primer sector, localizado entre Barrancabermeja y El Banco, conformado por una depresión tectónica compleja formada entre las cordilleras Central y Oriental (INGEOMINAS, 1988) sobre la cual se han acumulado depósitos aluviales. Le sigue el sector comprendido entre El Banco y Pinto, donde el río transita por un relleno aluvial acumulado sobre una depresión geológica, compuesta por bloques tectónicos que presentan tendencia tanto a la subsidencia como al levantamiento (INGEOMINAS, 1988). El tercer sector está localizado aguas debajo de Pinto, donde el río ha profundizado dentro de sedimentos terciarios emergidos dando como resultado de este entalle un valle muy angosto, que se amplía nuevamente al llegar a la depresión de la Ciénaga Grande de Santa Marta con formación de depósitos fluviales y deltáicos.

Durante el final del Pleistoceno y en el Holoceno el río Magdalena modeló su llanura aluvial, con desplazamientos laterales y cambios de curso, al mismo tiempo que ajustaba su nivel de base a los cambios del nivel del mar ocurridos en este período, los cuales involucraron entalles profundos durante grandes descensos del nivel del mar, o represamientos y acumulaciones durante los períodos de niveles altos del mar (CIAF, 1983; IDEAM-Universidad Nacional, 1998).

Como resultado de esta actividad, el Magdalena presenta actualmente un tramo con características de río trenzado con tendencia meándrica, ubicado entre las poblaciones de Barrancabermeja y Bodega Central, en tanto que en el trayecto restante el curso del río se vuelve meandriforme, presentando baja sinuosidad y un alzamiento de la llanura de inundación, con ocurrencia de cambios de curso por desbordamiento y recorte (CIAF, 1983). Su relleno aluvial mantiene la continuidad de la pendiente longitudinal del valle, obtura el drenaje lateral y encierra extensas ciénagas en diferentes partes del valle. A continuación se presentan los principales aspectos dinámicos identificados para los tres sectores morfológicos mencionados del valle del río.

5.1. Sector Casabe - El Banco

Un primer sector lo constituye el valle comprendido entre las poblaciones de Casabe y El Banco, conformado por una llanura aluvial reciente delimitada por colinas bajas y restos de terrazas y abanicos aluviales (Mapas 5, 6 y 7). Esta planicie está surcada por antiguos cursos del río Magdalena, en los que se destacan vegas de divagación caracterizadas por límites nítidos y orillares interiores, también por ciénagas localizadas entre los diques marginales de las vegas de divagación y diques activos construidos sobre planos arcillosos mal drenados y antiguos.

El cauce actual que ocupa este tramo presenta en forma general una configuración trenzada con tendencia meandriforme entre Casabe y San Pablo, que pasa a claramente meándrica entre San Pablo y El Banco, donde como característica adicional se observa la subdivisión en varios brazos, también con características meandriformes. Esta configuración es producto de la superposición de etapas sucesivas de construcción del relleno aluvial, en la cual los cauces actuales reutilizan tramos de antiguos cursos o cruzan áreas probablemente ocupadas por ciénagas en épocas anteriores. Dos tramos fueron identificados en este sector, con características dinámicas particulares que permiten analizar su comportamiento en forma aproximada.

5.1.1. Tramo Casabe – San Pablo

De acuerdo con el análisis realizado, el sector del río comprendido entre Casabe y San Pablo es considerado dinámicamente activo, fundamentalmente debido a la alta migración de islas e inestabilidad de los canales. Esta inestabilidad posiblemente está relacionada con la actividad de los ríos Sogamoso y Opón, los cuales aportan importantes volúmenes de sedimentos al río Magdalena y que permiten la conformación de las barras aluviales. Se destacan dos puntos estables del cauce localizados al norte de Barrancabermeja y al norte de San Pablo, donde el río se confina en un canal relativamente inmóvil, debido posiblemente a control litológico en el subsuelo. Actualmente, sobre el punto localizado cerca de Barrancabermeja, se adelanta la construcción de un nuevo puente sobre el Magdalena.

5.1.2. Tramo San Pablo – El Banco

Para este tramo del río, que es bastante extenso, se destacan algunos aspectos dinámicos relevantes que se intentan explicar. En el sector entre San Pablo y Bocas del Rosario, llama la atención que el río se vuelve más sinuoso que en el tramo anterior, lo cual podría estar relacionado con disminución del material de arrastre (abundante en el tramo anterior), además de transcurrir ahora por un valle aluvial más amplio y sobre el cual se observan dos vegas de divagación (una actual y otra abandonada), lo que posiblemente hace que el río se deslice sobre fondos arcillosos. Esta ampliación del valle se produce aguas debajo de Cantagallo, punto hasta donde el río es claramente controlado por salientes rocosas que pueden reducir el movimiento del cauce, y desde el cual se desprende una vega abandonada formada por un paleocauce del Magdalena. La localización de esta vega abandonada puede interpretarse como la vega

recientemente abandonada por el río para correr por el lado occidental del valle, como parte de su dinámica natural.

Entre Bocas del Rosario y Bodega Central el principal cambio es el recorte de la curva del río a la altura de población de Badillo, que parece ser parte de la divagación natural del río en la vega de divagación. Sin embargo, llama la atención la leve tendencia que muestra el cauce a volverse más recto como es el caso del tramo entre Badillo y Bodega Central donde el río a perdido al menos cuatro curvas relativamente pronunciadas. Igualmente en este sector, la existencia de brazos que se desprenden del río, podría ser explicada por el poco o ningún control del fondo sobre la posición del canal principal. De otra parte, la ocurrencia de rompederos, como los de Badillo y Vijagual, es consecuencia de que el río se encuentra algo más alto que las áreas aledañas y facilitan el vertimiento de las aguas hacia la llanura de inundación, situada en posición más baja.

Para el largo tramo comprendido entre Bodega Central y El Banco, el río transita por un valle aluvial muy amplio, surcado por grandes vegas de divagación antiguas, las cuales en general son más amplias que la vega activa. En este tramo del valle se observa gran estabilidad del cauce actual y de los brazos menores, lo cual podría explicarse por una relativa estabilidad tectónica, así como una muy reducida llegada de sedimentos externos que puedan permitir la formación de barras. La escasez de sedimentos puede ser debida fundamentalmente al bajo aporte de sedimentos que hacen los afluentes que recibe el Magdalena en este tramo, los cuales son ríos cortos y poco caudalosos. Solamente el río Lebrija podría tener la capacidad para transportar material considerable, pero deja la mayor parte de sus sedimentos en los pantanos localizados antes de su desembocadura en Bodega Central.

Por otra parte, la localización del cauce actual sobre la margen oriental del valle podría explicarse como una preferencia del río de construir una vega de divagación nueva, antes de intentar reconstruir una antigua, posiblemente más alta. Así, el río aprovecha y reutiliza antiguos cursos del río, utilizando también áreas probablemente ocupadas por ciénagas en épocas anteriores favorablemente más bajas.

5.2. Sector el Banco - Pinto

Comprende el área denominada como Depresión Momposina, caracterizada por el predominio de sedimentos aluviales acumulados en una amplia llanura de inundación (Mapa 8), en la cual han predominado los procesos de acumulación durante al menos los últimos 10.000 años (CIAF, 1983). Para el período analizado, en este sector los cursos pueden calificarse como muy estables, representados por brazos activos, parcialmente abandonados o totalmente abandonados, que surcan la llanura de inundación y se unen nuevamente en Pinto, después de recibir los ríos Cauca y San Jorge, los cuales si han presentado leves cambios en sus desembocaduras para el

período analizado. Los cauces, tanto los activos como los abandonados, se encuentran alzados sobre la llanura de inundación, sin indicio de desplazamiento lateral ni migración de meandros, mostrando como únicas evidencias de dinámica varios rompederos y una red complicada de caños de desbordamiento. En forma general, se observa que dos paleocauces con extensas vegas de divagación ocupan la parte norte y central de la depresión Momposina, en tanto que el río ahora construye una vega de divagación más al sur, posiblemente buscando condiciones favorables de pendiente.

5.3. Sector Pinto – Bocas de Ceniza

Este sector final del río comprende dos tramos del valle: uno estrecho y encajonado entre colinas, que controlan fuertemente la distribución de los depósitos fluviales. El otro, amplio y anegadizo, constituido por una planicie deltáica acumulada sobre una depresión costera que el río está colmatando (Mapas 10 y 11).

5.3.1. Tramo Pinto - Calamar

En este tramo, el río cortó una zona de colinas y construyó un estrecho valle aluvial, circundado por ciénagas formadas sobre drenajes laterales obturados. En el sector entre Pinto y Zambrano, el río alcanzó a formar una relativa amplia vega de divagación en el angosto valle, sobre la que se observa una pronunciada dinámica del río, con recorte de curvas y cambios de curso, pero siempre dentro de la vega. Esta relativa estabilidad de la vega puede deberse al control litológico y estructural de las salientes rocosas que se observan en el sector.

Una más fuerte reducción del valle y de la vega de divagación se presenta entre Zambrano y Calamar, donde la vega de divagación ocupa prácticamente toda la llanura de inundación, y esta es tan estrecha que no permite una mayor movilidad del cauce. El control litológico y estructural del curso predomina aquí, debido a los estrechamientos estructurales que las colinas hacen sobre el río y que reducen la dinámica del río a la construcción de islas semiestáticas en los sectores menos confinados.

5.3.2. Tramo Calamar – Bocas de Ceniza

En este tramo, la dinámica también se encuentra principalmente representada en el movimiento del cauce principal en la vega de divagación, la cual posee diques marginales relativamente más altos y estables, los cuales confinan el río en este sector del valle y lo mantiene cerca de la orilla occidental de esta depresión costera. De acuerdo con IDEAM-Universidad Nacional (1998) esta vega de divagación y la llanura de inundación fueron parcialmente formadas durante períodos más altos del nivel del mar, lo que favorece el alzamiento del cauce sobre la llanura de desborde. Respecto a los procesos de inundación, estos se manifiestan en la forma de desbordes sobre los diques y rompederos nuevos y antiguos, así como en la evacuación de aguas mediante antiguos cursos hacia la planicie inundable.

6. CONCLUSIONES

El curso del río Magdalena comprendido entre Barrancabermeja y Bocas de Ceniza fue caracterizado y cartografiado mediante técnicas de sensores remotos e información temática secundaria para tres períodos de tiempo. Posteriormente su dinámica fue analizada para el período 1980 – 2000 con el propósito de obtener una visión general de su comportamiento e identificar los tramos inestables del cauce. La cartografía del trazado del curso del río retoma la caracterización elaborada por el CIAF (1983), la cual se complementa con información actual obtenida a partir de imágenes de satélite y que permite obtener una visión general del comportamiento del río para los últimos 20 años.

Mediante el uso intensivo de imágenes de satélite tipo Landsat y radar se realizó la caracterización y levantamiento cartográfico de los tres cursos analizados. Para el trazado del curso del primer período analizado se utilizó la información levantada por CIAF (1983), para el segundo período la información fue obtenida a partir de imágenes de satélite Landsat y radar, y para el tercer período se utilizó la información obtenida por IDEAM (2001). El trazado del cauce para los tres períodos utilizó una base cartográfica 1:100.000, que es el resultado de la digitalización de la información de 1981 (CIAF, 1983) y de la interpretación de sensores remotos. Las imágenes, tanto Landsat como de radar, se convirtieron así en una herramienta de gran utilidad para realizar estudios regionales de un gran sector del valle del Magdalena, facilitando la obtención rápida y confiable de información del trazado del río.

El valle aluvial del río Magdalena está morfológicamente compuesto por una planicie inundable, que se encuentra en parte delimitada por colinas y lomeríos de las cordilleras y serranías circundantes, así como por terrazas fluviales y fluviomarinas altas y bajas en las grandes depresiones, donde la llanura se hace amplia y anegadiza. Como características generales de la dinámica del río, el curso consta de un tramo trenzado con tendencia meándrica en el sector entre Barrancabermeja y Bodega Central, y un curso meándrico de baja sinuosidad y sobrealzado en el resto del valle.

En el tramo Barrancabermeja – El Banco, el ancho del valle varía desde 5 Km (al sur) hasta aproximadamente 20 km en la parte central, con un curso de tendencia trenzada entre Casabe y San Pablo, el cual pasa a moderadamente meándrico en el trayecto restante. La dinámica actual se caracteriza por la subdivisión en varios brazos, también con tendencia meándrica. Los antiguos cauces observados en este tramo muestran las etapas sucesivas de construcción del relleno aluvial, y sobre los cuales se identifica igualmente una clara tendencia meándrica.

El tramo El Banco – Pedraza está representado por la extensa llanura de inundación de la depresión Momposina, donde el río se divide en dos brazos principales y numerosos

brazos menores, todos en general con tendencia meandriforme. La dinámica aquí se caracteriza por presentar una serie de brazos activos y abandonados, que se vuelven a reunir en la salida de la depresión después de recibir los ríos Cauca y San Jorge. Tanto los brazos activos como los abandonados muestran características meándricas bien desarrolladas, se encuentran sobrealzados en la llanura por diques marginales y no revelan indicios de desplazamiento lateral importante ni migración de meandros. La principal actividad se manifiesta como rompederos activos y la ocurrencia de una intrincada red de caños de desbordamiento.

El sector Pedraza – Bocas de Ceniza presenta colinas que controlan el valle y lo confinan significativamente, reduciendo la capacidad de migración del río, el cual se presenta aquí como meándrico. En el sector Pedraza – Bocas de Ceniza desaparece el control estructural y el río se extiende hacia una depresión costera para formar una secuencia de deltas. La dinámica característica de este sector es la de migración del curso dentro de su llanura de divagación, la cual está controlada por diques marginales sobrealzados en la llanura. Estos diques igualmente represan drenajes laterales, donde se forman ciénagas y pantanos adyacentes al valle.

Se identificaron como sectores de curso altamente inestables los siguientes: el comprendido entre Casabe y San Pablo, por alta migración de barras e islas; y el sector Pinto – Zambrano, con características sinuosas y meándricas que favorecen la migración del curso y el recorte de curvas, que lo hacen uno de los tramos más dinámicos. Como inestable fue considerado el tramo entre San Pablo y Bodega Central, donde el curso ha adquirido una moderada sinuosidad, que ha favorecido el movimiento del curso y el recorte de algunas curvas. Como estable y moderadamente estable fueron calificados los siguientes tramos: el de Zambrano – Calamar, donde las colinas controlan lo suficientemente al río para producir un cauce relativamente inmóvil; y el tramo Calamar – Bocas de Ceniza, donde los altos diques controlan el río y su escaso movimiento se reduce a la migración del cauce en llanura de divagación. Finalmente, se consideraron muy estables los siguientes tramos del río: el sector entre Bodega Central y El Banco, donde se presentan varios cursos, en general sinuosos pero poco móviles; y el sector El Banco – Pinto, donde los diferentes cursos que componen el Magdalena presentan moderada sinuosidad pero poca o ninguna movilidad.

REFERENCIAS CITADAS

- CIAF, 1983. *Estudio Geomorfológico del río Magdalena. Sector Barrancabermeja – Bocas de Ceniza*. Ministerio de Obras Públicas y Transporte - CIAF, Informe General, 90 pag. + 5 anexos, Bogotá.
- IDEAM, 2001. *Geomorfología y Susceptibilidad a la Inundación del Valle del Magdalena. Sector Barrancabermeja – Bocas de Ceniza*. Informe interno, 27 pag. + 30 mapas, Bogotá.
- IDEAM-UNIVERSIDAD NACIONAL, 1998. *Litoral Caribe: Morfodinámica y amenazas naturales*. Informe final, 187 pag., Bogotá.
- INGEOMINAS. 1988. *Mapa Geológico de Colombia*. Escala 1:1.500.000, Memoria Explicativa, Bogotá.