

## DELTA DEL CANAL DEL DIQUE, EVOLUCIÓN RECIENTE

**José Humberto Caballero A.<sup>1</sup> y Consuelo Durango L.<sup>2</sup>**

*1. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Facultad de Minas*

*2. Instituto de Estudios Ambientales - Idea UN*

*Universidad Nacional de Colombia, SedeMedellín*

*jhcaball@unalmed.edu.co*

Recibido para evaluación: 25 de Agosto de 2003 / Aceptación: 06 de Noviembre de 2003 / Recibida versión final: 18 de Noviembre de 2003

### RESUMEN

Se considera que el delta actual del Canal del Dique es el resultado de paleo desembocaduras del río Magdalena (Pleistoceno) y de la actividad humana representada en la apertura de un canal que se inició, con altibajos en siglo XVII.

Durante el Holoceno, se conformaron varias islas, levantadas probablemente por diapirismo de lodo entre la isla de Barú y la Punta Flamenquito, dando lugar a un sistema de humedales tipo *lagoon* donde desembocaba parcial o esporádicamente el río Magdalena, dando origen a un complejo de humedales fluviales y salobres descritos por los cartógrafos coloniales. Desde la segunda mitad del S. XX se abre, de forma definitiva, la vía fluvial, intensificando los problemas de sedimentación tanto en los complejos de humedales como en las bahías de Cartagena y Barbacoas

**PALABRAS CLAVES:** Geomorfología, Sedimentación, Evolución, Transformación, Ecosistemas, Canal del Dique, humedales, Bahía, Río Magdalena

### ABSTRACT

It is considered that the current Delta of the Canal del Dique is the result of shovel outlets of the Magdalena river (Pleistocene) and of human activity represented in the opening of a channel that began, with ups and downs in XVII century.

During the Holocene, they conformed several islands, very probably due to mud diapirism between the island of Barú and Punta Flamenquito, giving place to a system of wetlands *lagoon* type where the Magdalena river partially or sporadically ended, giving origin to a complex of fluvial and brackish wetlands described by the colonial cartographers. During the second half of the XX century they open up a definitive waterway, intensifying the sedimentation problems in the wetlands complexes as in the bays of Cartagena and Barbacoas.

**KEYWORDS:** Geomorphology, Sedimentation, Evolution, Transformation, Ecosystems, Canal del Dique, Wetlands, Bays, Magdalena River

## 1. INTRODUCCIÓN

Este artículo es un resultado parcial de un estudio mayor elaborado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, para el Ministerio del Medio Ambiente en el año de 2002. En el cual Participó un grupo interdisciplinario conformado por hidrólogos, arquitectos, planificadores, historiadores, antropólogos e ingenieros geólogos. Aquí se presentan algunos análisis geológico – geomorfológicos adelantados en el marco del proyecto.

El estudio mencionado, está a su vez enmarcado en un análisis mayor, interesado en entender la dinámica global de canal del dique para la búsqueda de soluciones a los problemas de sedimentación y cambios ambientales que se están agudizando, principalmente, en la bahía de Cartagena.

Se presentan las conclusiones principales a que llegó el grupo interdisciplinario en materia de la evolución reciente de la parte deltática del Canal del Dique; no se harán referencias a los problemas que se generan por la sedimentación ya que para ésto se requiere información de disciplinas distintas a la geomorfología.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Canal del Dique es una de las obras de ingeniería más interesantes en la historia del país por su magnitud y por lo temprano de su concepción, ejecución y compleja evolución posterior a lo largo de varios siglos y diferentes períodos históricos de la nación. La obra adquiere gran importancia actual en el marco de las políticas de globalización, dentro de las cuales figura, en primer nivel, la navegabilidad del río Magdalena y por tanto del Canal del Dique, por donde se moviliza alrededor del 60 % de la carga que transita por el tramo final del Gran Río.

El objetivo fundamental de los estudios geológico – geomorfológicos fue el de reconstruir, con la ayuda de las investigaciones históricas adelantadas simultáneamente por el grupo mayor, la evolución reciente y la dinámica actual del delta del Canal del Dique.

Para el logro del objetivo se combinaron los análisis geológicos y geomorfológicos (propios de nuestra disciplina) y los mapas antiguos e información histórica (descubierta por el equipo).

Se utilizó la cartografía geológica en escala 1:100.000 generada por INGEOMINAS. El trabajo geomorfológico se apoyó en el análisis de varias imágenes satelitales y fotos aéreas convencionales de diferentes fechas y en recorridos de campo que sirvieron para diferenciar y describir las diferentes unidades geomorfológicas.

Se interpretaron, con la colaboración de los especialistas, los mapas históricos que se listan en la Tabla 1; en este informe sólo se presenta, a título de ejemplo, el de Arévalo 1798.

**TABLA 1.** Lista de mapas antiguos consultados

DESCRIPCIÓN	ANÓ
Mapa elaborado por Don Juan López	1787
Mapa laborado por Joseph Diaz	1788
Mapa elaborado por Arévalo	1798
Mapa elaborado por Fidalgo	1811
Mapa de Fidalgo, Humbolt y el Sr López	1852

Fuente Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Medio Ambiente 2002.

### 3. RESEÑA HISTÓRICA

Se hará una breve referencia a los momentos históricos más importantes en la gestación, desarrollo y operación de obra.

Las evidencias arqueológicas evidencian la importancia que tuvo esta zona fluvial, para el proceso de poblamiento prehispánico del territorio colombiano (Universidad Nacional – Ministerio de Medio Ambiente 2002).

Después de varios intentos del gobernador Clemente Soriano en 1647, quien primero da su aval político a la construcción de una vía navegable por la zona que hoy ocupa el Canal de Dique y que conectaría directamente a la Ciudad de Cartagena con el río Magdalena en cercanía de dónde hoy se encuentra la población de Calamar; el Gobernador fallece antes de poner en práctica su proyecto.

Se da inicio a las primeras formas de navegación por el canal en el año de 1650; los problemas de sedimentación bloquean la navegación e incluso el paso de agua desde el río en el año de 1679, solo 29 años después de su apertura.(Universidad Nacional –Ministerio de Medio Ambiente 2002).

El Siglo XVIII fue de indefiniciones sobre la vía fluvial, quedando inutilizada la mayor parte del tiempo, con varios intentos y proyectos diferentes, concebidos para dar continuidad a la navegación.

En el siglo XIX (1844), se da nuevamente paso a las embarcaciones y se inicia una nueva etapa de navegación comercial por el canal, aunque los problemas de sedimentación, cierre de caños, taponamientos temporales continuaron intermitentemente hasta bien entrado el siglo XX. Es a partir de la década de los años cincuenta, pero de manera definitiva en el año 1984, que el canal adquiere su trazado y configuración actual. (Universidad Nacional – Ministerio de Medio Ambiente 2002).

Es importante aclarar, especialmente para la discusión de los problemas de sedimentación de la Bahía de Cartagena, que el canal solo vino a conectar de manera directa el río Magdalena con ésta en la década de los años ochenta del Siglo XX. En su tiempo anterior la ruta de navegación pasaba de la bahía de Cartagena a la bahía de Barbacoas por un caño, hoy rellenado, denominado el Estero y que separaba el continente de la Isla de Barú.

Las embarcaciones entraban por la llamada Boca de Matunilla, ubicada aproximadamente donde hoy está un pequeño delta en forma de pata de ave del mismo nombre, a un sistema de humedales interconectados por canales naturales y artificiales que finalmente los conducían hasta el río Magdalena.

En el siglo XX se dragó un canal continuo que conecta directamente el río con la bahía de Cartagena y para lo cual se abrieron nuevos canales y se cerraron muchos caños naturales desconectando, en alguna manera, el sistema de humedales naturales e introduciendo modificaciones drásticas a los ecosistemas locales.

Los “aliviaderos” abiertos al canal principal han producido la sedimentación de bocas como la de Matunilla y han dado paso a un par de deltas activos que son la prueba de la sedimentación que ha sufrido la bahía de Barbacoas en los últimos tiempos y que ya comienza a acusar impactos ambientales severos.

En la Figura 1 se muestra una imagen satelital donde se ilustra la situación actual del canal y los problemas de sedimentación de las bahías de Cartagena y Barbacoas. Pueden apreciarse claramente las plumas de sedimentos y los neo deltas en la bahía de Cartagena y los de Lequerica y Matunilla en la bahía Barbacoas y caño Correa al sur, por fuera de esta bahía.

#### 4. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio realizado por la Universidad Nacional se centró en el segmento final del Canal del Dique y su delta (Figura 1).



FIGURA 1.

Área de estudio. En esta imagen de satélite se observa el gran delta del Canal del Dique, el trazado actual del canal navegable, los sistemas de humedales y los problemas de sedimentación de las bahías de Cartagena y Barbacoas.

El área tiene una extensión de 1125 Km<sup>2</sup> e Incluye en el Distrito de Cartagena, corregimientos de Barú, Santa Ana, Pasacaballos y los poblados de Leticia, El Recreo y Ararca y parte de los municipios de Turbaco, Arjona (Corregimientos de Puerto Badel y Rocha), Turbana (Corregimiento de Ballesteras), Maríalabaja (Corregimiento de Ñanguma y Correa) y de San Onofre Sucre (Corregimientos de Labarce, San Antonio y Boca Cerrada).

## 5. GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio fueron depositadas en varios ambientes de sedimentación entre los cuales destacan ambientes continentales, marinos y transicionales. Se describe muy brevemente las formaciones litológicas mas importantes de más antigua a más reciente de acuerdo con la nomenclatura estratigráfica adoptada por INGEOMINAS (1998) y mostradas en la figura 2.

**Formación San Cayetano (Pgsc).** Areniscas de grano fino, lodolitas con lentes de arenisca cuarzosa y nódulos de caliza en su nivel inferior; areniscas lenticulares de grano medio a fino con estratificación cruzada y lodolitas carbonosas de estratificación plano paralela continua.

**Formación San Onofre (Pgso).** Areniscas cuarzosas de grano fino a medio, interestratificada con lentes de arenisca conglomerática con clastos de arcillolita hacia la base, areniscas de grano grueso conglomeráticas con granos subangulares de cuarzo, líticos y feldespato, en una matriz arcillosa.

**Formación Arjona (PgNga).** Lodolitas en pequeñas capas con laminación interna plana paralela y levemente ondulada; se intercalan localmente con areniscas cuarzosas de grano fino a medio. Edad Oligoceno.

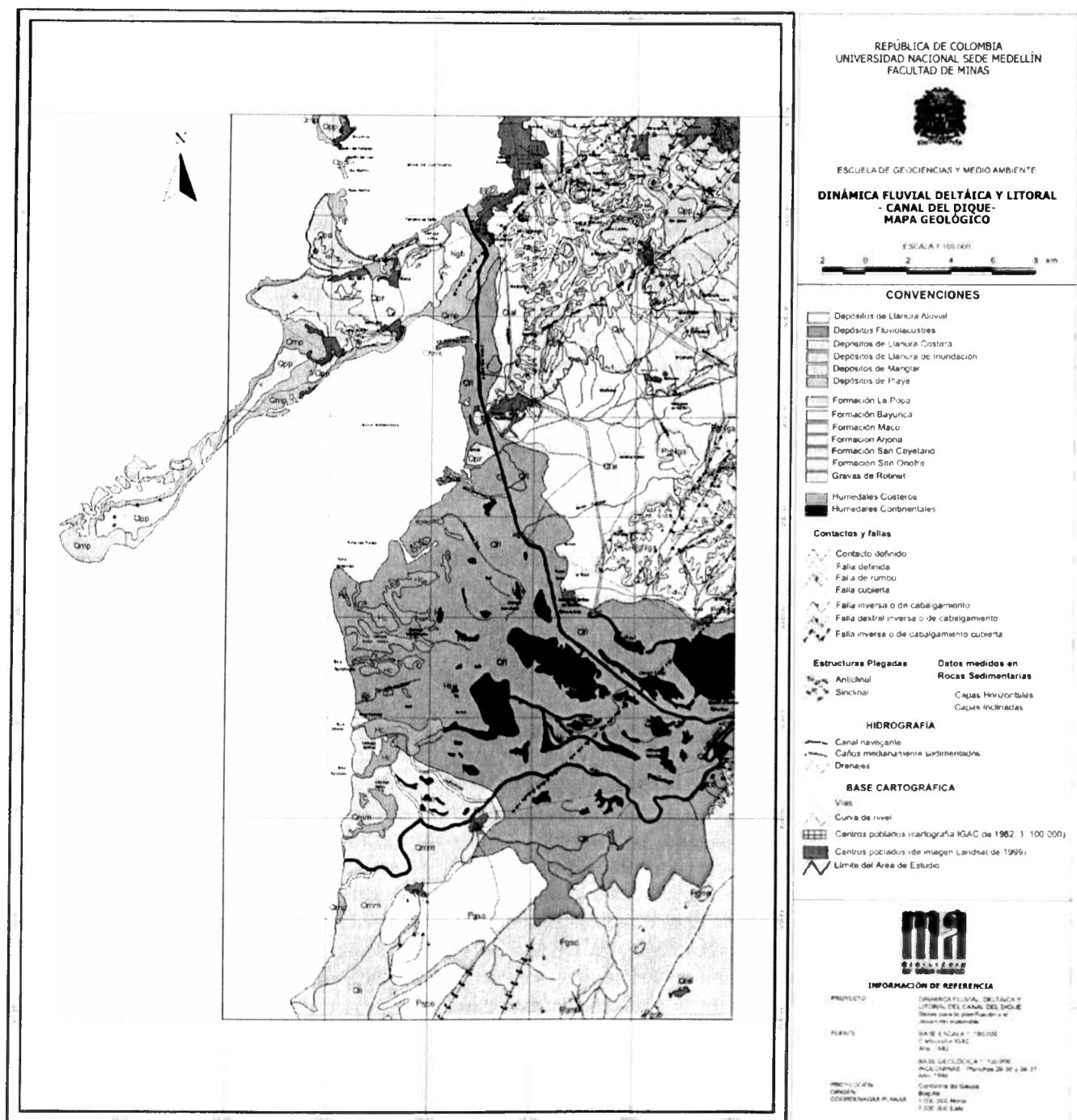
**Formación Bayunca (Ngb).** Lodolitas en capas delgadas y medias presentando laminación interna. Localmente presenta intercalaciones de arenisca cuarzosa en pequeñas capas. Edad Mioceno Superior.

**Gravas de Rotinet (Qpr).** Secuencia de material grueso, formado por cantos de cuarzo y chert de 3 a 4 cm de diámetro, en matriz arenosa. Se intercala con bancos arenosos de grano medio, compuestos de cuarzo y feldespato, con estratificación cruzada bien definida.

**Formación La Popa (Qpp).** Se diferencian dos unidades; la inferior compuesta por sedimentos detriticos derivados de calizas de origen arrecifal. Según Duque – Caro 1984 (en IDEAM, 1998), esta unidad es de edad Plioceno Superior – Pleistoceno Inferior. La superior está conformada por calizas arrecifales que afloran como parches en toda la región, principalmente en las proximidades de la línea de costa. Esta unidad es discordante sobre la unidad inferior y ha sido interpretada como paleoarrecifes (Angel et al 1985, en IDEAM 1998); han sido datados como del Pleistoceno Superior y Holoceno (INGEOMINAS 1998), los paleoarrecifes son mas recientes hacia el occidente, correspondiendo probablemente con una secuencia arrecifal regresiva, cuya expresión actual serían las islas del complejo coralino del Rosario (IDEAM, 1998).

**Depósitos de llanura aluvial (Qali).** Grandes extensiones de sedimentos generados por corrientes de diferente orden de magnitud y en épocas distintas, durante el Holoceno. La más importante la conforma una zona de topografía suavemente inclinada y que muy probablemente representa un área de desembocadura holocénica del río Magdalena.

**Depósitos de llanuras de marea (Llanuras de manglar Qmm).** Amplias zonas litorales cuya sedimentación está controlada por los ciclos de la marea. Corresponden a franjas estrechas limítrofes entre el mar y el continente. Conforma el sustrato del manglar. Se presentan grandes franjas donde aún aparecen manglares, que se extienden desde la bahía de Barbacoas hasta Punta Comisario; el bosque de manglar como tal y las áreas de llanuras de marea se encuentran en proceso de degradación debido a acciones humanas directas y a modificaciones de los sistemas de circulación de las aguas dulces y salobres.



**FIGURA 2.**  
Mapa Geológico (Tomado de INGEOMINAS, 1998)

**Depósitos fluviolacustres (Qfl).** Extensas áreas ocupadas por complejos cenagosos y sus zonas inundables que han sido sedimentadas por los procesos de deriva natural de caños, rompimiento de diques y acciones antrópicas. Se compone principalmente de limos y arcillas depositadas en las ciénagas durante las inundaciones, interestratificados con arenas resultantes de la sedimentación por ruptura natural o artificial de caños y del propio canal.

**Depósitos de Playa (Qmp).** Se componen principalmente por arenas medias y finas de material terrígeno, de color gris a gris amarillento y en parte por arenas derivadas de calizas coralinas de la Formación La Popa. En la zona de estudio se encontraron pequeñas áreas ocupadas por depósitos de playa, concentrándose la mayoría de éstas en la Isla de Barú.

## 6. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

El mapa geomorfológico que se presenta en la figura 3 es el resultado de una síntesis de la cartografía realizada a escala 1:25.000. Para la descripción geomorfológica se dividieron las unidades en dos grandes grupos; las de origen erosivo que incluyen principalmente superficies de erosión y colinas y de tipo depositacional que son las fluvio-deltáicas y litorales.

### 6.1. UNIDADES DE ORIGEN EROSIVO

**Superficie de erosión Turbaco (SeT).** Es la superficie de erosión de mayor altura, bien conservada, y sobre ella se localiza la cabecera municipal de Turbaco; en el área de estudio tiene poca extensión y muestra una inclinación general muy baja; en proximidades del casco urbano de Turbaco va perdiendo su condición de altilanura para dar paso a una morfología de levemente ondulada a ondulada, haciendo manifiesto el proceso degradativo de este paisaje. La altura de la superficie oscila entre 160 y 200 msnm con un valor predominante alrededor de 175 msnm. En el paisaje se observan colinas con mayor altura que podrían corresponder a relictos de superficies de erosión más antiguas.

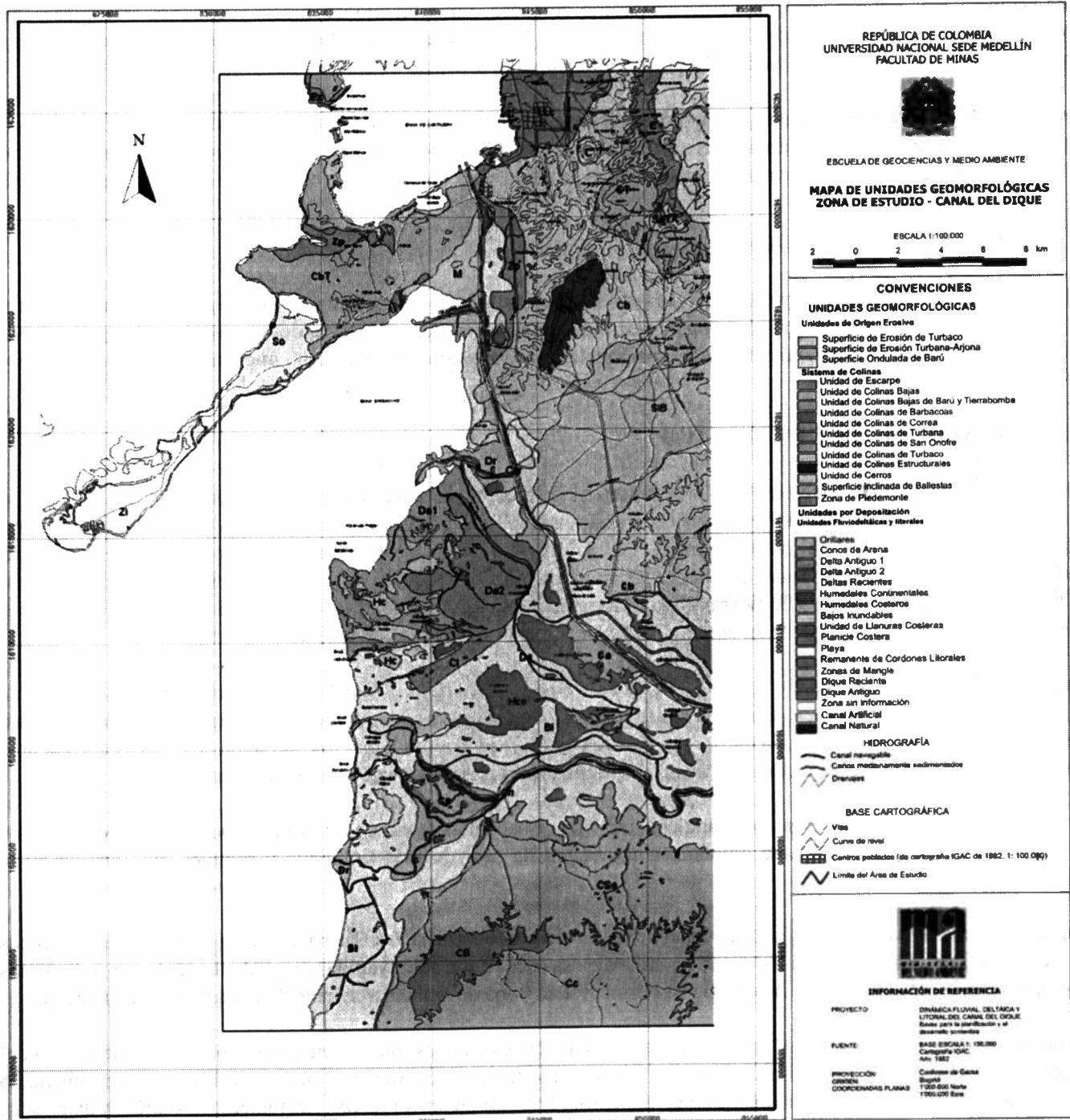
**Superficie de erosión Turbana - Arjona (SETA).** Unidad de características morfológicas y genéticas similares a la de Turbaco; es de menor altura pero tiene una mayor extensión que se prolonga por fuera de la zona de estudio. La altura con respecto al nivel del mar oscila entre 70 y 100 m, con una inclinación ligera que aumenta aparentemente hacia la zona del casco urbano del municipio de Arjona; en algunas partes se observan sectores ondulados.

Tiene un buen grado de conservación, aunque la incisión se hace más fuerte en las proximidades del casco urbano de Turbana donde el paisaje se hace colinado con una red de drenaje bien entallada y relieves relativos de 50 m aproximadamente.

Desde un punto de vista geológico, las superficies de erosión de Turbaco y Turbana fueron generadas sobre rocas sedimentarias del Terciario medio y superior, las cuales se encuentran sobre yacidas discordantemente por sedimentos de origen continental (Gravas de Rotinet) y la Formación La Popa de ambiente marino de edad Pleistoceno tardío.

Teniendo en cuenta lo anterior se asume que las dos superficies en cuestión comenzaron a formarse a principios del Holoceno cuando el nivel del mar era mucho más bajo que el actual; el ascenso paulatino del nivel del mar experimentado durante el Holoceno, muy probablemente coincidió con un levantamiento por razones tectónicas, isostáticas y diapiricas, sin que se conozca el factor predominante, aunque se estima que un levantamiento tan importante en tan corto tiempo tiene que haber tenido un factor diapirico significante, ya que en la región no se reporta actividad tectónica importante.

**Escarpe de Turbaco (E).** Corresponde a una franja alargada que separa la superficie de erosión de Turbaco de la unidad de colinas bajas; se caracteriza por presentar altas pendientes, drenaje paralelo a subparalelo.



**FIGURA 3 .**  
**Mapa geomorfológico generalizado de la zona de estudio.**

### 6.1.1. Sistemas de Colinas

Corresponde a los sistemas de colinas formados a partir de procesos erosivos superficiales, con características diferenciables que están asociadas a la geología, tectónica y procesos atmosféricos. A continuación se listan las unidades cartografiadas en la zona de estudio:

**Colinas bajas (cb).** 25 msnm; topes redondeados, pendientes cortas de baja inclinación; red de drenaje subdendrítica poco densa.

**Colinas Turbana (CT).** 150 msnm; topes semiagudos a ligeramente redondeados; drenaje subdendrítico y bastante denso; pendientes cortas de mediana inclinación.

**Colinas estructurales (Ce).** Colinas de tope agudo que en perfil dan el aspecto de un diente de sierra. Este paisaje es el resultado de un proceso de levantamiento de la secuencia sedimentaria en condiciones de clima árido o semiárido.

**Colinas San Onofre (CSO).** Alturas relativas entre 50 y 200 msnm, una red de drenaje con un patrón dendrítico espeso, valles medianamente incisados y en forma de "V" amplia; sus pendientes son cortas y de mediana inclinación.

**Colinas de Barbacoas (Cb).** Entre 25 y 50 msnm; asociado a la cuenca de la quebrada Barbacoas, pendientes cortas de baja inclinación y topes redondeados.

**Colinas de Correa (Cc).** Pendientes de mediana inclinación y longitud, topes redondeados, valles de fondo amplio; patrón de drenaje subdendrítico y denso, intermitente.

**Colinas Barú y Tierra Bomba (Cbt).** Alturas inferiores a 30 msnm; pendientes cortas, convexas y de baja inclinación.

**Cerro aislado (C).** Uno en inmediaciones de Leticia, conformado por las Gravas de Rotinet y otro en inmediaciones de la Zona Industrial de Mamonal.

**Superficie Ondulada de Barú (SoB).** colinas muy suaves que no superan los 10 msnm; topes redondeados y base amplia; pendientes cortas de baja inclinación; red de drenaje incipiente.

## 6.2. UNIDADES DE DEPOSITACIÓN

Se distinguieron varios tiempos y tipos de depositación; siendo la más antigua la Superficie aluvial de Ballestas; los depósitos de piedemonte; la deposición fluviodeltaica que da lugar a todo el complejo del Canal de Dique y la sedimentación litoral.

**Superficie inclinada de Ballestas (SiB).** Superficie bien conservada de tierras bajas levemente inclinadas a suavemente onduladas. La red de drenaje asociada es incipiente, poco incisada de patrón subparalelo

Corresponde con depósitos de origen aluvial, de edad cuaternaria (INGEOMINAS 1998), de gran dimensión y se extiende desde el Canal del Dique hasta las proximidades de la población de Arjona. Esta antigua planicie aluvial plantea el problema de su origen, ya que las corrientes actuales no tienen la capacidad de transporte necesaria para su formación. Aunque en este estudio no se abordó el tema con detalle, es factible que este depósito sea el resultado de un antiguo curso del río Magdalena que desembocaba, al menos en parte, en la bahía de Barbacoas durante el Holoceno e incluso desde el Pleistoceno (Gravas de Rotinet).

**Superficies de Piedemonte (Sp).** Corresponde a depósitos de piedemonte y depósitos aluviales mas antiguos; presenta

pendientes rectas, de mediana longitud y baja inclinación.; es una unidad de transición entre los sistemas de colinas y las unidades fluvio deltaicas.

### **6.2.1. Unidades Fluviodeltaicas y Litorales**

El sistema deltáico se dividió en las siguientes unidades mayores: Prodelta, Frente deltáico (Delta front) y Delta Emergido (CIOH 1988). En el último se diferenciaron cuatro segmentos dependiendo de su dinámica particular y geomorfología: Delta Antiguo, Delta Activo, Deltas recientes y la Planicie Costera.

#### ***Delta Antiguo***

El CIOH (1988), definió esta parte como zona inactiva. El Delta Antiguo es una zona que destaca en imágenes satelitales y fotografías aéreas. Tiene una topografía ligeramente más alta que el resto de la planicie deltática; esto ha hecho que canales como caño Sangre de Toro, que en el pasado muy probablemente fluía de la ciénaga Palotal hacia el mar, hoy tenga flujo en dirección contraria y haya perdido su conexión con el mar. El CIOH (1988) considera que la mayor topografía relativa ha sido originada por levantamientos diapíricos recientes.

No obstante su condición topográfica particular, en el Delta Antiguo se pueden separar una llanura deltática mareal típica y una llanura deltática fluvial no tan bien definida como la anterior.

La llanura deltática mareal la conforman dos pequeñas zonas con características de llanuras intermareales en el sector comprendido entre Boca Matunilla y una pequeña bahía al W de Punta Barbacoas; la segunda está entre la boca Flamenquito y el caño Calambre; Punta Barbacoas parece ser una zona de mayor altura que separa las dos llanuras mencionadas.

La franjas de llanuras intermareales tienen complejos de humedales conectados con el mar por medio de canales amplios; es difícil apreciar las demás características morfológicas de estos subsistemas debido a que la mayor parte del territorio está ocupado por espesos bosques de Mangle.

La llanura deltática fluvial está conformada por varios canales pequeños que convergen hacia el vértice del Delta Antiguo y que al parecer drenan agua, probablemente salobre, desde la llanura deltática mareal. Aunque es difícil demostrarlo con la información disponible, este Delta tiene la forma de un gran cono de arena que se generó a partir de una ruptura de un antiguo canal que comunicaba la ciénaga Juan Gómez y la antigua ciénaga de Matunilla, hoy completamente sedimentada.

#### ***Delta activo***

Esta parte del delta tiene forma de un triángulo escaleno, que se extiende desde el vértice del estrecho de Correa al Oriente Al Igual que en el Delta Antiguo, en éste se diferencian unidades geomorfológicas asociadas a las llanuras deltáticas mareal y fluvial respectivamente.

La llanura deltática aluvial conforma la mayor parte del delta y se extiende desde su vértice hasta el extremo Oriental de las ciénagas litorales, entre las cuales se encuentran las ciénagas Pablo y Benítez. En esta parte del delta se reconocieron las unidades geomorfológicas que se mencionan a continuación.

**Humedales Continentales (Hco).** Son humedales de agua dulce alimentados por caños, escorrentía y nivel freático. Están alejados del sistema costero, siendo las mas representativas Juan Gómez, Bohorquez, Palotal, Biojó, Florecita, Todos no Van y Honda, entre otros.

Estos humedales presentan graves problemas de sedimentación proveniente del Canal del Dique y del caño Correa específicamente, el área y la profundidad de estos humedales ha disminuido notablemente; en el sector comprendido

entre caño Correa y caño Rico en la década de los años cincuenta se localizaba un gran espejo de agua; hoy en día el mismo lugar presenta las mismas características de los bajos inundables.

La sedimentación continua evidenciándose con los conos de arena internos de las ciénagas de Palotal, Honda y Biojó; es de esperarse que en unos pocos años estos humedales se colmaten totalmente y desaparezcan como fuente de agua dulce para la región.

**Conos de arena (Ca).** Son acumulaciones de arena y limos en forma de conos, en proceso de formación al interior de las ciénagas de Palotal, Biojó y Honda. Esta sedimentación se da por sedimentos en la boca de los caños que alimentan estos humedales (Biojó y Honda) y por desbordamientos del canal (Palotal).

Muy probablemente este proceso ha ocurrido desde tiempos de la apertura del Canal del Dique. Comparando el plano de escala 1:25.000 de 1992 y la imagen satelital de 1999 se ve la importancia de este proceso; las ciénagas de Biojó y Florecita están casi colmatadas por completo. El proceso de sedimentación de Palotal es más esporádico, ya que depende casi únicamente de los desbordamientos del actual Canal del Dique.

**Canales Naturales.** Los caños Correa y San Antonio, (un mismo caño que toma diferentes nombres), es el único caño natural de agua dulce en el sistema; como se dijo antes caño Rico, es un caño natural formado por la dinámica de caño Correa, su comportamiento actual está influenciado por agua salada debido al cierre de la comunicación de éste con el caño Correa.

Estos caños llevan una alta carga de sedimentos, gran parte de los cuales son depositados en los humedales, las planicies inundables y por último en el mar formando deltas emergidos y grandes plumas de sedimentos que distribuye la marea y las corrientes litorales por varios kilómetros mar adentro.

La dinámica de caño Rico, que antes era completamente fluvial y que estaba formando el delta de Boca Cerrada, ha cambiado para estar directamente influenciado por el mar; es muy posible que este delta en particular sea modificado por la acción marina ya que el flujo de sedimentos fue interrumpido desde hace unos cinco años aproximadamente cuando se obturó la comunicación con el caño Correa.

**Canales Artificiales.** Son canales que fueron abiertos por varias causas, navegación, comunicación de humedales, entrada y salida de agua de los cultivos de camarones, entre otras. El Canal del Dique es el más importante de todos éstos.

Los efectos ambientales de la apertura de estos canales han sido importantes; actualmente se encuentran varios humedales en estados avanzados de colmatación, como ocurre en las ciénaga Biojó y Florecita, entre otras. El punto más crítico de esta sedimentación se da en la bahía de Cartagena como lo evidencia la extensa pluma de sedimentos.

**Canales abandonados y/o sedimentados.** Son canales abandonados por sedimentación o porque perdieron la dinámica de transporte de agua dulce por cierre de las comunicaciones con las fuentes del sistema; el caso más reciente es el de caño Rico que se taponó hace aproximadamente cuatro años cuando se interrumpió su comunicación con caño Correa; hoy en día este caño está completamente influenciado por la dinámica de la marea.

**Orillares (O).** Es un conjunto de canales y diques abandonados en el proceso de divagación natural de las corrientes de bajo gradiente como es el caso de los canales de la llanura deltática fluvial. El ejemplo más sobresaliente es el complejo de orillares de caño Correa, a la altura de la población del mismo nombre. Son de poca extensión y corresponden a canales y diques abandonados en forma de media luna correspondientes a antiguos meandros.

**Diques.** Son franjas paralelas relativamente más altas que el canal o caño y la llanura aledaña formados por la sedimentación de arenas finas, durante los procesos de desbordamientos. En la zona del Canal del Dique se encuentran

tanto diques de origen natural, como artificial; estos últimos creados durante la apertura de los canales artificiales o como resultado del dragado de los canales ya que el material extraído es colocado en forma de barreras y diques paralelos a los mismos. Hoy es difícil separar cartográficamente los dos tipos de diques ya que se requiere de una identificación de campo exhaustiva la cual no se realizó en este estudio.

**Diques recientes (Dr).** Asociados al Canal del Dique, caño Correa y caño Rico específicamente; su altura varía de centimétrica a métrica en sectores no diferenciados en la cartografía. Diques de este tipo se observan en el sector de la ciénaga de Palotal; los más representativos están asociados a caño Correa. Estas geoformas son utilizadas como suelo agrícola, ya que son de los pocos sectores asociados al delta que no son inundados frecuentemente y son ricos en materia orgánica.

**Diques antiguos (Da).** Son cordones ubicados en el sistema del canal del Dique; se localizan en el sector de la ciénaga Juan Gómez; entre las ciénagas Palotal y Honda; entre los caños Rico y San Antonio y entre caño Correa y el sistema de humedales de Biojó y ciénaga Honda. Corresponden a antiguos diques de canales que fueron cerrados o sedimentados naturalmente.

**Bajos inundables (Bi).** Se localiza en todo el delta; es una de las unidades de mayor área del delta activo. Son sectores circundantes de los complejos de humedales y de los caños; en épocas de lluvias y crecientes permanecen inundados.

**Cordones litorales.** Aunque son formas típicamente litorales, se describen en este punto por tratarse de un conjunto de antiguos cordones litorales paralelos, orientados según un eje SW – NE, que pueden ser vistos con claridad en algunas de las composiciones en falso color de las imágenes de satélite y en las fotografías aéreas. Corresponden a antiguas líneas de costa, evidenciando el proceso de avance del delta. La franja de cordones litorales cartografiada se localiza entre las ciénagas Honda y Cotorra.

La llanura deltática mareal es una zona estrecha, paralela a la línea de costa desde punta Comisario al Sur y boca flamenquito al Norte. La llanura tiene entre 2.5 y 3.0 km de ancho; en su mayor parte está cubierto por bosques de mangle, lo que hace difícil su descripción.

**Humedales Litorales (HL).** Se localizan paralelos a la línea de costa, en la llanura mareal; todos son de agua salada y en algunos casos presentan mezcla con agua dulce proveniente de algunos caños intermitentes asociados a la escorrentía superficial. Su dinámica hidrológica está directamente relacionada al ciclo de las mareas, de poca importancia relativa en el Caribe colombiano.

Los más representativos son: Caimán, Pablo, Benítez, Cotorra, entre otros. A diferencia de los humedales continentales, el problema de sedimentación no es tan evidente; durante el tiempo estudiado mediante fotos aéreas se han conservado debido a que no están comunicados ni al canal del Dique ni al caño Correa.

**Humedales artificiales.** Corresponden a las piscinas adecuadas para el cultivo de camarones. Se localizan en la Isla de Barú, en la zona entre caño Matunilla y Boca Flamenquito y en la zona sur en cercanías de punta Comisario.

**Deltas Recientes (Dr).** Son geoformas correspondientes a los depósitos deltáticos formados en las bocas activas de los caños. Se incluyen los deltas de las bocas de Flamenquito, Cerrada, Portobelo y Doña Luisa, todos en el delta activo.

Los pequeños deltas presentan forma triangular. Según lo observado en fotografías aéreas e imágenes de satélite el avance de éstos no ha sido muy significativo en las últimas décadas lo que podría considerarse un indicador de que la mayor parte de los sedimentos que entran al sistema deltático son depositados en las bahías de Barbacoas y Cartagena; el hecho de que estén asociados a canales naturales implica que muchos de los sedimentos transportados por éstos se quedan en el sistema de humedales.

En las imágenes satelitales se observa solo una gran pluma de sedimentos en la boca Doña Luisa, donde desemboca el caño Correa. Esta pluma está orientada hacia el SW, mostrando la dirección dominante de las corrientes de deriva litoral. La forma de los deltas recientes indican que en su formación predominan procesos marinos, principalmente oleaje, sobre los fluviales propiamente.

**Planicie costera.** Aunque en todos los estudios consultados esta unidad se incluye como parte del delta del Canal del Dique, se considera aparte por sus características morfológicas, constituida por una franja estrecha entre el litoral y los sistemas colinados al Este. Se extiende desde la antigua ciénaga de Matunilla, hoy casi completamente sedimentada, hasta las inmediaciones de la población de Pasacaballos. En esta unidad, ubicada toda al interior de la bahía de Barbacoas, se han formado recientemente los deltas asociados a los caños Matunilla y Lequerica abiertos en la década de los cincuenta como sistemas para aliviar la sedimentación de la bahía de Cartagena.

**Deltas recientes de la Bahía de Barbacoas.** Son los rasgos geomorfológicos más sobresalientes de la bahía; se formaron como consecuencia de la apertura de accesos a la bahía de Barbacoas desde el Canal del Dique, después del sierre del caño del Estero.

A diferencia de los deltas recientes ubicados al Sur de punta Barbacoas, éstos tienen forma de pata de ave típica indicando que la dinámica fluvial predomina sobre la dinámica costera.

En las imágenes satelitales y fotografías aéreas utilizadas se pudo observar el rápido avance de estos deltas; con base en estos datos se estimó que el delta del caño Lequerica avanzó aproximadamente 4 km en 50 años. El de Matunilla por su parte apareció después de sedimentada la ciénaga del mismo nombre; este delta avanzó unos 6 km desde el Canal del Dique en el mismo periodo de tiempo.

Las plumas de sedimentos asociados a estos deltas tienen extensiones grandes que prácticamente han sedimentado toda la bahía con los problemas para la navegación y la pesca que esto implica. La sedimentación del delta del caño Lequerica amenaza con aislar el “Parque Forestal y Zoológico Cacique Dulio”.

Las dos plumas de sedimentos están orientadas hacia el SW, no obstante que en el delta de Matunilla, la boca que más aporta sedimentos está orientada al Norte, confirmando que también en la bahía la corriente de deriva litoral es predominantemente hacia el Sur.

**Delta reciente del Canal del Dique en la bahía de Cartagena.** Cuando se interconectó el Canal del Dique se inició la sedimentación de una pequeña bahía que llegaba hasta la población de Pasacaballos; después comenzó a crecer un delta de forma diferente a los descritos en párrafos anteriores; lo constituyen dos diques o “lengüetas” paralelas entre si, por medio de las cuales fluye el agua dulce del canal. El avance de los diques o “lengüetas” se estimó en 1 km durante los últimos 10 años.

La pluma de sedimentos tiene una forma simétrica, alargada en sentido paralelo a la costa, con un avance significativo hacia el Norte, llegando hasta la Isla de Tierra Bomba. A diferencia de las plumas de sedimentos del delta y la bahía de Barbacoas, esta no muestra un sentido predominante de la corriente litoral.

**Playas (P).** Solamente existen playas bien definidas en las islas de Barú y Tierra Bomba. Son playas de arenas medianas a gruesas, de origen principalmente coralino, resultantes de la desintegración de la calizas arrecifales de la Formación La Popa.

**Planicie costera de Mamonal (Pcm)** Toma su nombre de la zona industrial; corresponde a una franja estrecha de sedimentación marina de aproximadamente 6 Km de ancho; una parte no determinada en este estudio está conformada por rellenos artificiales realizados para la construcción de la infraestructura.

## 7. EVOLUCIÓN DEL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE

Para la reconstrucción de la evolución histórica del delta del Canal del Dique se tuvo en cuenta información geológica y geomorfológica, cartografía histórica de los siglos XVIII, XIX y XX, fotografías aéreas de las décadas de los años cincuenta, sesenta y noventa; de igual manera se dispuso de imágenes Landsat de 1985, 1987, 1988, 1996, 1997 y de 1999.

Se reconocieron cuatro grandes momentos: Pleistoceno superior, Holoceno, Tiempos históricos y el tiempo reciente.

Durante el Pleistoceno Superior, en el tiempo conocido como pleniglacial máximo, el nivel del mar estuvo, como en otras costas del mundo, al menos unos 80 m por debajo del nivel actual; la desembocadura del paleo río Magdalena estaba aproximadamente a unos 25 km al Oeste del borde litoral actual, formando, tal vez, un cañón profundo en el sector donde hoy se aloja el sistema deltáico; es muy difícil estimar la profundidad del cañón pleistocénico pues como se sabe la región ha experimentado un levantamiento importante durante el Holoceno. La base de los sedimentos deltáticos muy probablemente corresponden con sedimentos aluviales y de vertientes, típicamente continentales, que fueron cubiertos paulatinamente por los sedimentos que hoy conforman el delta.

De acuerdo con la batimetría conocida (CIOH 1988) en la bahía de Barbacoas se observa la topografía de un cañón estrecho y paralelo a la Isla de Barú que no ha sido colmatado en parte y que desaparece a una profundidad de 40 m. Muy probablemente corresponde con el canal seguido por los drenajes antiguos, cuando el nivel del mar era más bajo que el actual. Por debajo de los 40 m la topografía submarina corresponde más con una zona de acumulación, posiblemente asociada a sedimentación subaérea en el Pleistoceno Superior y deltática marina en el Holoceno.

A comienzos del Holoceno se inicia el ascenso sostenido del nivel del mar, lo que significó un traslado hacia el oeste de la sedimentación subaérea, dándose origen a los grandes componentes sumergidos del sistema deltáico como son el prodelta y el frente deltático o delta front.

Simultáneamente con el proceso de ascenso del nivel del mar se dio un levantamiento debido al diapiroismo de lodo, que elevó las calizas arrecifales de la Formación La Popa del Holoceno (INGEOMINAS 1998), a alturas mayores de 200 msnm constituyendo los topes de la Superficie de erosión de Turbaco.

Aunque los datos de campo no permiten establecerlo claramente, es probable que durante este levantamiento hayan emergido algunas zonas, dando lugar a islas con alturas no mayores a 5 msnm, formando probablemente una barrera alargada en sentido Norte Sur entre Punta Barbacoas y boca Doña Luisa. Esta barrera jugó un papel importante en la evolución posterior del delta, ya que pudieron dar origen a una zona más o menos cerrada, influenciada, de un lado por la sedimentación fluvial proveniente del río Magdalena (o parte de él), y de otro por la acción de los ciclos mareales.

Durante todo el holoceno se produjo sedimentación en la cuenca tipo lagoon que se configuró entre el estrecho de Correa y las islas barrera (los antiguos cordones litorales cartografiados apoyan esta definición), hasta configurar la situación que fue identificada por los primeros cartógrafos que visitaron la zona en el siglo XVIII.

Partiendo del análisis de calidad de los mapas analizados, se deduce que hacia fines del siglo XVIII ya existía un avanzado proceso de sedimentación del lagoon que se formó en el Holoceno.

A partir del estrecho de Correa se desprendían dos canales importantes, uno al norte que desembocaba al mar en el sector de la ciénaga de Matunilla que comunicaba las ciénagas de Juan Gómez, Palotal, Corcovada y Matunilla; el otro canal se localizaba al sur y desembocaba en el sector de boca de Matuna y muy probablemente corresponde al actual caño Correa.

Para esta fecha, el panorama general estaba configurado por un sistema de islas y caños intercomunicados muy bien definidos, que ya evidenciaban el ambiente deltaico.

Finalizando el siglo XVIII (1798), se publicó un mapa elaborado por Arévalo (Figura 3), que constituye una excelente representación de las condiciones encontradas por el cartógrafo como podemos deducir de los análisis de escala, localización de ciénagas, bocas de salida de los caños al mar, forma del sistema de islas y canales y la representación de la isla de Barú, las bahías de Cartagena y Barbacoas. La gran cantidad y precisión de los detalles cartográficos hacen bastante creíble la información que nos suministra este plano.

La situación representada es correlacionable con la situación actual y da buenas bases para la interpretación de la evolución del delta por lo menos en los últimos 200 años. La caracterización geomorfológica que pude hacerse a partir de este mapa es muy similar a la actual.

Los planos dan buena información a partir del año de 1787 fecha a la que corresponde el plano más antiguo recopilado en este estudio; para esta fecha el canal ya llevaba aproximadamente 137 años de comunicación directa intermitente con el río Magdalena, desde 1787 al 2002 son 215 años de información que podemos utilizar e interpolar para tener una idea aproximada de como era el panorama de la región antes de la apertura del Canal del dique.

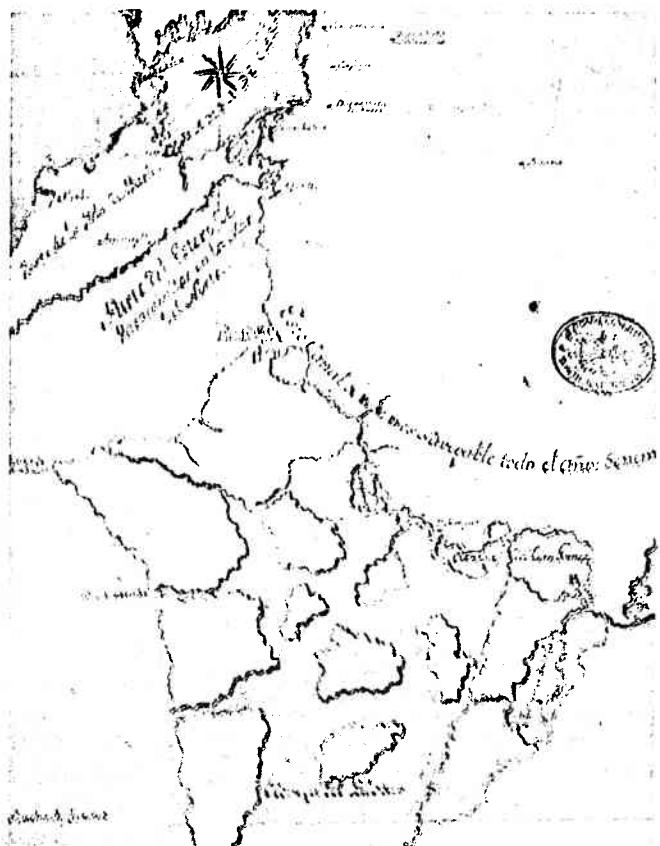
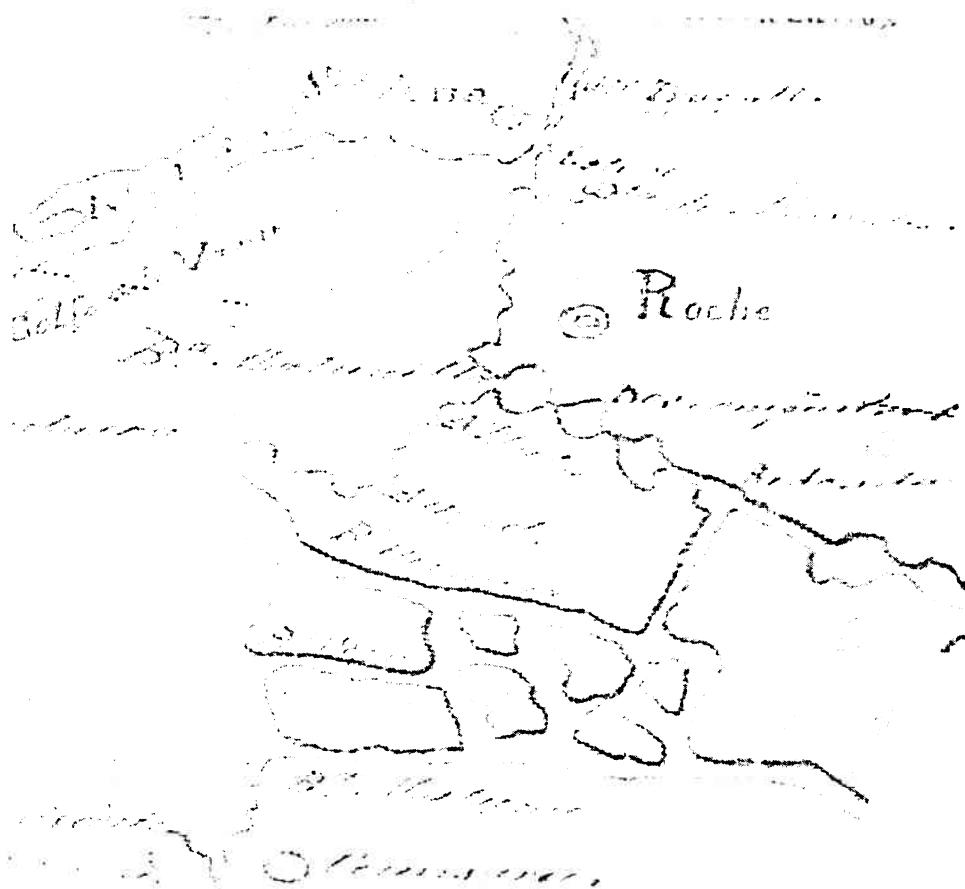


FIGURA 4.  
Mapa Elaborado por Arévalo, 1798

Se puede pensar que para el siglo XVIII el ecosistema existente se representaba como un complejo de humedales y amplios caños intercomunicados, con una vegetación muy espesa compuesta principalmente por mangle; lo separaba del mar un sistema de islas que aún se conservan y hacen parte del cordón litoral actual desde Punta Comisario hasta Punta Barbacoas; este sistema de humedales puede ser del tipo lagoon. De igual forma existía una amplia red de caños que depositaban sus aguas a este sistema aportando agua dulce y sedimentos; esta amplia red la podemos visualizar en el mapa de Joseph Díaz elaborado en el año de 1787, no presentado en este artículo.

Para finales del siglo XVIII ya existía un sistema deltáico, los mapas de López, Hidalgo y Arévalo ya lo mostraban; grandes islas compactas de sedimentos y mangle y un sistema de caños definido y un proceso de sedimentación que para la fecha ya era bastante evidente.



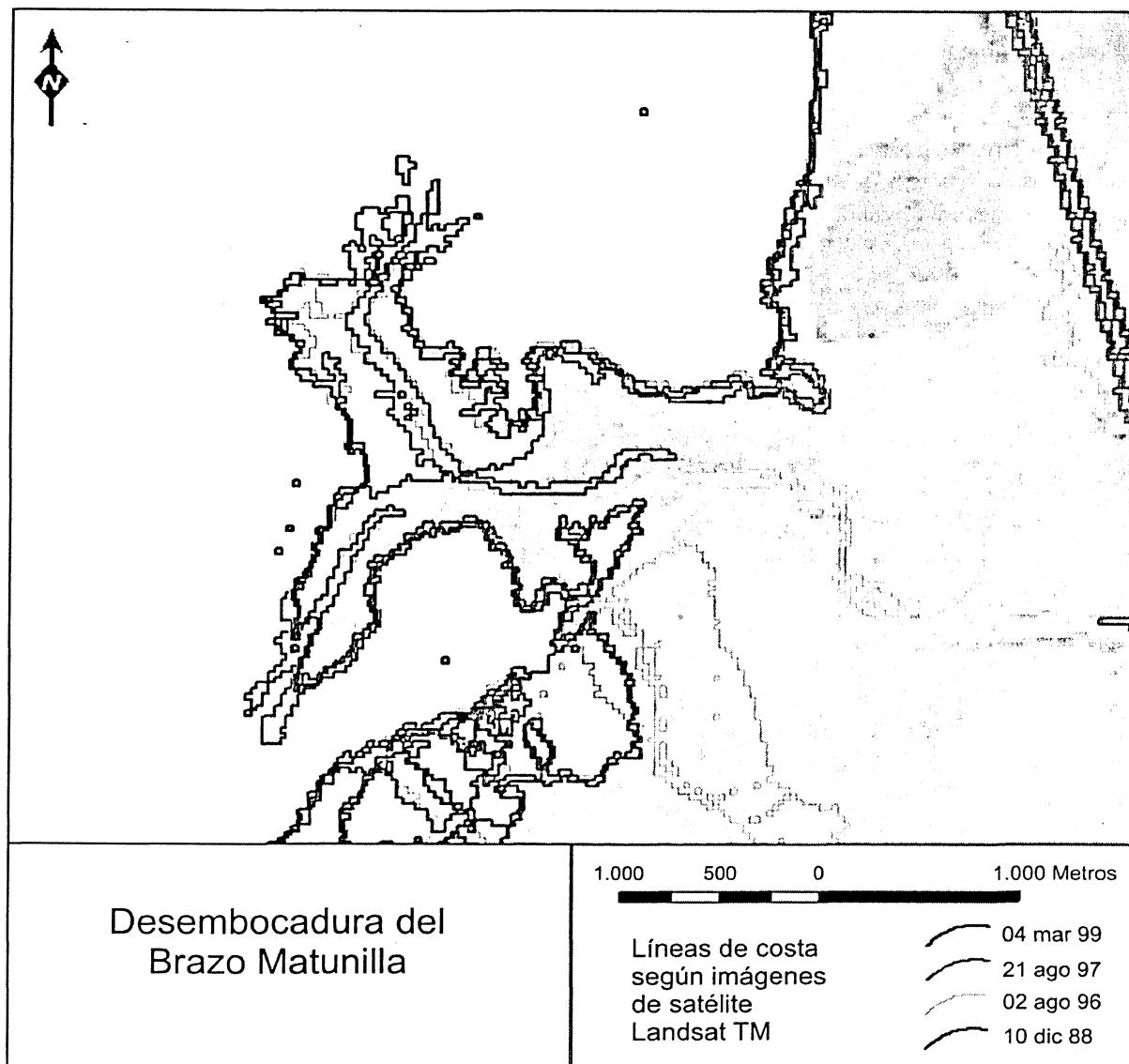
**FIGURA 5.**

Mapa de Fidalgo, Humbolt y el Sr López, 1852

El proceso de sedimentación se ha visto reflejado en la disminución de tamaño y profundidad de humedales así como en la colmatación total de otros, en el cierre y división de caños. Grandes zonas de playones que existen actualmente hace algunas décadas eran grandes espejos de agua.

La sedimentación ya ha tenido gran incidencia en el interior de todo el sistema de humedales y caños ahora se ve reflejado en el avance del frente deltáico, cada una de las desembocadura de los caños del sistema están creando deltas que avanzan en una velocidad alta en el sector de las bahías de Cartagena y Barbacoas y en menor grado en el frente de playa localizado entre Punta Barbacoas y Punta Comisario.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del avance de sedimentación del caño Matunilla; la línea discontinua negra representa la bahía en la década de 1950, la violeta la de 1960 y la azul la de 1990.



**FIGURA 6.**  
Avance del delta del caño Matunilla, Bahía de Barbacoas

La diferencia del crecimiento de estos deltas está influenciado por la fuerza de la dinámica marina, en el sector de las bahías ésta es menos fuerte lo que favorece la depositación en cambio en el resto del frente deltáico la dinámica es más fuerte y estos sedimentos se redistribuyen no favoreciendo la depositación de todo el sedimento.

## 8. CONCLUSIONES

El delta del Canal del Dique es un proceso de sedimentación litoral que puede rastrearse hasta el Pleistoceno superior, con dinámicas diferentes. Muy probablemente el delta ha sido el resultado de procesos naturales marcados por paleo desembocaduras del río Magdalena como lo evidencian rasgos geológicos y geomorfológicos de edad pleistocena o incluso mas tempranas (Gravas de Rotinet).

La intervención humana en el sistema fluvial, que se inició desde el siglo XVII, ha inducido cambios sustanciales a la dinámica del delta, con grandes implicaciones ambientales tanto para los sistemas de humedales fluviales y litorales y en especial en las bahías de Cartagena y Barbacoas

Las decisiones de manejo que se tomen en el futuro deberán considerar las enseñanzas dejadas por la evolución natural e inducida, ya que los ecosistemas que están siendo afectados tienen una importancia estratégica para la subregión, dadas sus condiciones de productividad.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- CIOH, Centro de investigaciones oceanográficas e hidrológicas, "El archipiélago de las islas del Rosario, estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico", Boletín científico No 7 p. 37 – 52, mayo de 1997.
- CIOH; Centro de investigaciones oceanográficas e hidrológicas, "Estudio geológico y litoral Caribe Colombiano Fase III, (Isla del Rosario)", Boletín científico No 8, p. 83 – 107, julio de 1988
- INGEOMINAS, Planchas geológicas No 29 –30 –36 y 37, escala 1:100.000, 1998.
- INGEOMINAS, Publicaciones geológicas especiales del INGEOMINAS, No 19, 1993.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Dinámica Fluvial Deltáica y Litoral del Canal del Dique, 2002.