

DISEÑO FINAL DE LAS OBRAS DE CONTROL SEDIMENTOLÓGICO DEL CANAL DEL DIQUE

Jaime Iván Ordóñez, Luis Alejandro Camacho, Andrés Gómez

Laboratorio de Ensayos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia
E-mail: jjordonezo@unal.edu.co - lacamacho@unal.edu.co - agoez@unalmed.edu.co

Introducción

La ecorregión del Canal del Dique está ubicada en la parte occidental del delta del Río Magdalena en su desembocadura al mar Caribe. El área de la cuenca es de 4.400 km². Contiene cuerpos de agua del tipo de marismas y pantanos salobres con vegetación riparia, más de 213 km² de espejos de agua y ciénagas de importancia ecológica invaluable, y unos 870 km² de zonas bajas inundables cuyos suelos se renuevan anualmente con los materiales sólidos de desborde del Canal.

El Canal fue construido por los españoles en 1650, para conectar el interior de Colombia con la fortaleza de Cartagena de Indias sin pasar por la desembocadura del río en el mar Caribe. Ya en la época moderna, en 1934, cuando las necesidades de navegación y la disponibilidad de equipos para el corte de materiales duros lo permitieron, se realizó el llamado corte de Paricuica, cerca de la población de El Recreo, con lo cual las aguas del Canal llegaron directamente a la bahía por la población de Pasacaballos.

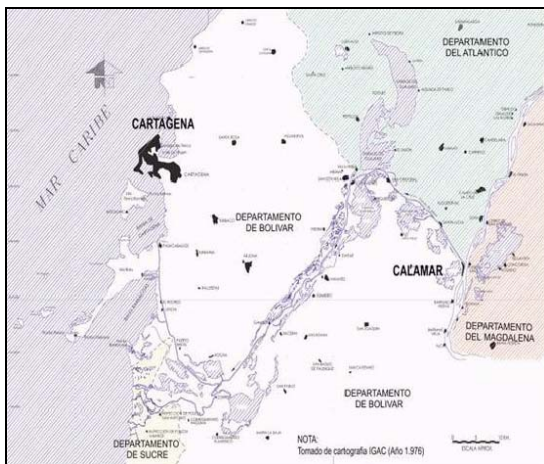


Fig.1.- Localización de la Ecorregión del Canal del Dique

La última intervención, realizada en 1984-85, dejó un canal de 115 km de longitud, con ancho aproximado de 80 a 90 m, profundidades variables entre 3.0 y 10.0 m, y un caudal medio de 540 m³/s, mayor al que se daba anteriormente, del orden de 350m³/s. A pesar de que existen evidencias de efectos favorables de esta intervención sobre la navegación, y el mejoramiento de las condiciones ambientales, sobre todo, por el progresivo desalojo del agua salobre de la zona, la descarga de sedimentos del Canal del Dique ha ido aumentando como consecuencia del aumento de los caudales, con los sucesivos proyectos de mejoramiento de la navegación. El efecto sobre la bahía de Cartagena se ha ido agravando también, debido al aumento paulatino del caudal en el Canal, y a la inadecuada disposición de los sedimentos dragados desde la rectificación de 1984-85.

A partir de 1997 el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, ordenó el estudio de las acciones necesarias para restaurar los ecosistemas degradados del Canal, originando una serie de estudios que revivieron las ideas de controlar los flujos de agua y sedimentos mediante

estructuras hidráulicas; inicialmente se plantearon cuatro alternativas :

- I. Una esclusa en Calamar, y otra en el K80.
- II. Una esclusa de navegación en Calamar, únicamente.
- III. Una esclusa y una compuerta en el medio Canal, K36.
- IV. Exclusa en Calamar + Apertura del caño Viejo.
- IV-A Exclusa + compuerta en Calamar.

De este análisis se decidió pasar a diseño, las alternativas IV y la IV-A. La IV, que fue el esquema básico inicial, pretendía cerrar el Canal mediante una esclusa en Calamar, y hacer la apertura del caño Viejo para permitir la entrada de agua en una cantidad menor, similar a la que entraba antes del dragado de 1984, (del orden de 350m³/s). La Universidad generó una serie de nuevas alternativas, así :

Alternativa 0: Condición actual, (estado de referencia).

Alternativa 1: Exclusa en Calamar, (IV Uninorte).

Alternativa 2: Condición actual mejorada, (mejoramiento de interconexiones Canal-ciénagas, optimización de los dragados, sin regulación de caudal).

Alternativa 3: Control sedimentológico, (Excluser).

Alternativa 4: Control sedimentológico, (compuerta y esclusa en Calamar, Alternativa IV-A).

Estas alternativas se analizaron anteriormente, (1), (2), sin que se obtuviera una solución totalmente aceptable..

Objetivos

El presente trabajo, (LEH-UN, 2009), tuvo como propósito realizar el diseño final de las obras propuestas para el control hidrosedimentológico del Canal, mediante una alternativa diferente, que incluye la disminución del caudal en el canal, pero manteniendo los niveles a lo largo del mismo para evitar problemas ambientales por desecamiento de las ciénagas, y el cierre final mediante una esclusa-compuerta, al final del recorrido del canal.

Metodología

Se estudió el comportamiento de las condiciones hidráulicas del canal realizando la contracción de la sección transversal de flujo a lo largo de tres tramos seleccionados de modo que sean completamente rectos, para efecto de la visibilidad de las embarcaciones. Las longitudes resultantes fueron de 4 a 6 Km por cada tramo, con un total de tres contracciones entre el K0+000, y el K80+000; se utilizó el modelo hidrológico-hidrodinámico y de calidad del agua, desarrollado en la etapa de análisis de alternativas, para establecer las posibilidades de este esquema, con o sin la obra complementaria de una compuerta al final del canal, para obturar totalmente la entrada de sedimentos Cartagena.

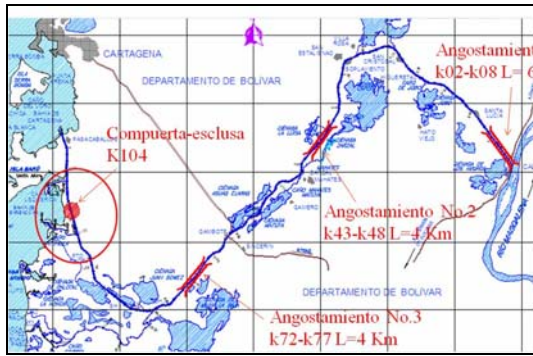


Fig.2.- Esquema de la solución final para el Canal del Dique

Dado que los sedimentos que no ingresan a la Bahía serían desviados por los caños de salida hacia la Bahía de Barbacoas y hacia las playas al suroeste de Cartagena, se realizó también la modelación del sector marino, para establecer si estos sedimentos podrían de alguna forma afectar las formaciones coralinas de las islas del Rosario, archipiélago de gran importancia turística y ecológica a solo 80 millas de la costa frente a la ciudad. Se utilizó el modelo tridimensional ELCOM de la Universidad de Western Australia, (Estuary, Lake and Coastal Ocean Model), de amplia capacidad en la predicción de velocidad, temperatura y distribución de salinidad en cuerpos de agua naturales sometidos a condiciones ambientales externas como el esfuerzo del viento, el calentamiento o enfriamiento superficial, etc. El modelo también puede ser utilizado para estudiar la dispersión de contaminantes en la masa de agua debido a oleajes, corrientes y mareas..

Resultados

Se ensayó realizar las contracciones mediante rellenos de enrocado a ambos lados del canal, con base en un trabajo previo en un sector de 200 m de largo donde se rellenó tanto la margen como una zona extensa de socavación en el lecho, que cubría una tercera parte del ancho del fondo del canal, en la zona de un cruce subfluvial para un oleoducto de 20 pulgadas de diámetro. Los resultados fueron positivos para un ancho del fondo de 40m, y taludes, entre 1.5:1 y 3:1, con rellenos de granulometría variada y D50 de 15 cm.

El caudal medio de 540m³/s se reduce hasta valores de 350 a 390 m³/s, reduciendo la entrada total de sedimentos en un 35% respecto de la condición actual. Igualmente, se disminuye la entrada de sedimentos gruesos y finos a las dos bahías en un porcentaje del 37%. Las tablas 1 y 2 presentan los cambios hidráulicos que se producen entre la condición actual y la condición con contracciones.

Tabla 1.- Características hidráulicas del Canal Original

Q (mcs)	Y (m)	V (m/seg)	F	So E-05	S1 E-05	S2 E-05
55	2.40	0.27	0.06	2	2	14
230	4.65	0.56	0.09	4	4	17
415	6.05	0.75	0.10	6	6	23
640	7.35	0.92	0.12	7	7	17
885	8.5	1.07	0.13	8	8	26

Los aumentos de velocidad son apreciables entre las secciones normales y las secciones contraídas, subíndices 1 y 2 de la tabla 2, pero no tanto entre estas y las secciones originales, (tabla1), con el caudal aumentado actual.

Tabla 2.- Características del Canal Modificado

Q (mcs)	Y ₁ (m)	V ₁ (m/seg)	F ₁	Y ₂ (m)	V ₂ (m/seg)	F ₂
55	2.30	0.34	0.06	2.10	0.62	0.14
230	4.63	0.63	0.10	4.35	1.12	0.17
415	6.11	0.75	0.10	5.81	1.55	0.20
640	7.50	0.90	0.12	7.07	1.85	0.18
885	9.11	1.04	0.12	8.47	2.18	0.23

Conclusiones

Los resultados de la modelación demuestran que la solución es exitosa en mantener los niveles en el canal, permitiendo el intercambio de caudales con las ciénagas, así como los desbordes que son necesarios para el mantenimiento de los índices limnológicos y el crecimiento del delta del canal del Dique. La afluencia de sedimentos a la Bahía de Barbacoas se limita a la cantidad que actualmente se vierte sobre esa Bahía. Los sedimentos, de acuerdo con la modelación, no avanzan mar afuera, con lo cual se evita el deterioro de los corales de las Islas del Rosario.

Para juzgar las condiciones de navegabilidad se ha utilizado el gráfico de Fuerza tractiva Especifica de Langbein, como se muestra en la figura 2. Se puede observar que aunque habrá un aumento en la potencia requerida de las embarcaciones para remontar el flujo a través de las contracciones, las condiciones no superan los límites normales para embarcaciones comerciales. Por otro lado, estas condiciones solo ocurren a lo largo de la décima parte del alineamiento, en tanto que en el restante 90% las condiciones son de menos potencia requerida, que la potencia actual de las embarcaciones.

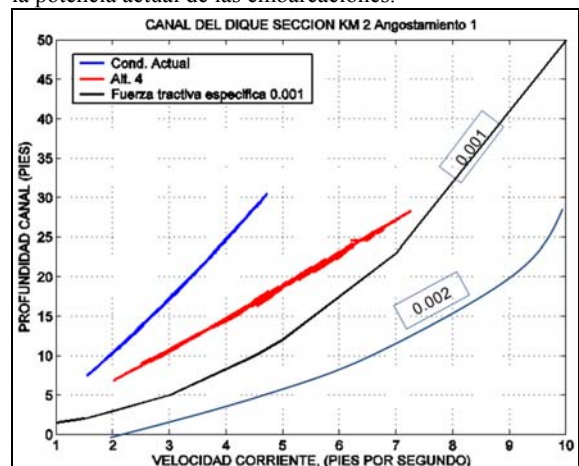


Fig.3.- Diagrama de Navegabilidad de Langbein

Las condiciones de los angostamientos son tales que el tránsito se debe reducir a una sola vía; solo un convoy de diseño puede atravesar la zona contraída, pero las demoras que esto genera no superan las que habría que introducir de construirse el sistema de esclusas inicialmente previsto.

Referencias Bibliográficas

- LEH-Universidad Nacional de Colombia, "Estudios e investigaciones de las obras de restauración ambiental y de navegación del Canal del Dique", Bogotá, 2007.
LEH-Universidad Nacional de Colombia, "Alternativa de Reducción del Caudal en el Canal del Dique Mediante Angostamiento de la Sección por Sectores y Construcción de la Exclusa de Paricuica". Informe Final, Convenio 1-033-2007, Bogotá, Diciembre, 2009.