



## **LAS INUNDACIONES EN COLOMBIA. MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO-ESTRUCTURALES**

**Eduardo Bravo Gordillo, Rafael Ortiz Mosquera**

Laboratorio de ensayos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Colombia  
ebravog@unal.edu.co, roortizm@unal.edu.co

### **RESUMEN**

El presente documento se constituye en una propuesta como plan de acción para enfrentar las situaciones generadas por las inundaciones a partir de medidas estructurales y no-estructurales aplicadas en forma preventiva. En las estructurales se plantean acciones encaminadas a dar un adecuado manejo del agua, mejorando las condiciones naturales de almacenamiento dentro del territorio, facilitando el tránsito de las crecientes y facilitando la salida del agua a través de un canal alternativo que funcionaría para eventos extremos. En las no-estructurales, se consideran medidas orientadas a una planificación para un acertado uso del territorio a partir del conocimiento de las zonas de amenaza y de reserva ambiental. Para cada caso se proyectan acciones concretas relacionadas con las inundaciones en la región Caribe de Colombia pero estas, en su aspecto conceptual, tienen aplicación en todo el territorio. Como conclusión se plantea que la situación de emergencia que vivió el país por las inundaciones, se debe aprovechar para hacer una revisión de todo lo que se ha venido haciendo hasta el momento para crear unas políticas de estado orientadas a tener un territorio más seguro y reducir las pérdidas frente a la ocurrencia de fenómenos naturales, como las inundaciones.

### **ABSTRACT**

This article summarizes an Action Plan proposal to face emergency situations associated with river flooding, through the implementation of both, structural and non-structural measures, with prevention objectives in mind. The structural measures attempt to improve the water use management by increasing the natural storage conditions on the basin and by diverting part of the flow, before it exceeds the capacity of the river channel, through a parallel canal that facilitates the water outflow. The non-structural measures consider an appropriate soil use management by delineating the areas subject to hazards and the natural reserves. For both type of measures, the author proposes concrete actions that could be taken on the Caribbean region in Colombia, but also implemented in the entire country. In conclusion, the flooding situation that Colombia has experienced in 2010-2011 is an opportunity to review what have been done up to now, to formulate at national level new policies for minimizing losses caused by floods and for getting a more safe and organized territory.

## **INTRODUCCIÓN**

Durante la reciente ola invernal que se presentó en Colombia a finales de 2010 y comienzos de 2011, quedaron al descubierto graves situaciones de vulnerabilidad frente a las inundaciones y grandes deficiencias en acciones para la atención y la prevención.

Quedó en evidencia que las medidas estructurales, en su gran mayoría, no correspondían a obras para enfrentar un fenómeno como el que se presentó, tanto en su intensidad como en su duración. Y, en cuanto a las medidas no estructurales, estas brillaron por su ausencia. Total, bajo estas circunstancias no se podía esperar nada diferente, en termino de pérdidas económicas e impacto social, diferente al que se vivió. Sin embargo, no todo ha de ser negativo, y por el contrario si se canaliza bien toda la información que se recogió, en los diferentes aspectos, técnicos, económicos, sociales y ambientales, se podrá avanzar hacia la toma de medidas estructurales y no estructurales para tener un territorio más seguro.

Con este trabajo se pretende hacer una aproximación al entendimiento de lo que pasó, haciendo un análisis general de las condiciones fisiográficas del territorio enfocado al sector de la Depresión Momposina, clave en todo el comportamiento hidráulico de la cuenca de los ríos Magdalena y Cauca y como un primer paso para plantear acciones estructurales que permitan una evacuación más rápida de los territorios inundados acompañadas de medidas no estructurales encaminadas a un mejor ordenamiento del territorio a partir de un uso del suelo que tenga en cuenta el concepto de amenaza.

## **OBJETIVO**

Establecer en una primera aproximación las causas por las cuales se presentaron los niveles registrados de inundación, teniendo en cuenta el fenómeno natural de lluvias y las características geomorfológicas del territorio y presentar un planteamiento general para tener concepción diferente de cómo enfrentar una situación similar involucrando medidas estructurales y no estructurales.

## **SITUACIÓN ACTUAL**

En la actualidad el país no está preparado para enfrentar situaciones como las presentadas con medidas eficaces para reducir la condición de riesgo en términos de pérdidas de bienes, vidas humanas e impacto social.

Se presenta un esbozo general de la situación a partir del análisis de las medidas estructurales existentes y su efectividad como estructuras de control y su propia vulnerabilidad, del ordenamiento territorial existente y la actitud de las autoridades para mantener un orden establecido que evite los desastres vistos como afectaciones por un fenómeno natural.

## **ASPECTOS GENERALES**

Como parte esencial para cualquier forma de enfrentar la situación, se debe aceptar que soluciones para controlar las inundaciones en forma definitiva, como todos lo piden, no existen. Una dosis de humildad frente a la naturaleza no hace daño. Por el contrario, va a permitir entender mejor las cosas e incluso, sacar mejor provecho del agua como recurso natural que nos brinda la naturaleza.

Es conveniente adelantar acciones conjuntas entre estructurales y no-estructurales: en cuanto a las primeras es necesario hacer una revaloración de conceptos, criterios y parámetros de diseño que permitan estructuras más eficaces en el manejo de las inundaciones, pero buscando la menor agresividad con el medio. En relación con las medidas no-estructurales se deben orientar hacia una acción más efectiva en la prevención mejorando especialmente el aspecto del adecuado uso del territorio a partir de un detallado conocimiento, identificación y divulgación de mapas de amenaza por diferentes fenómenos naturales.

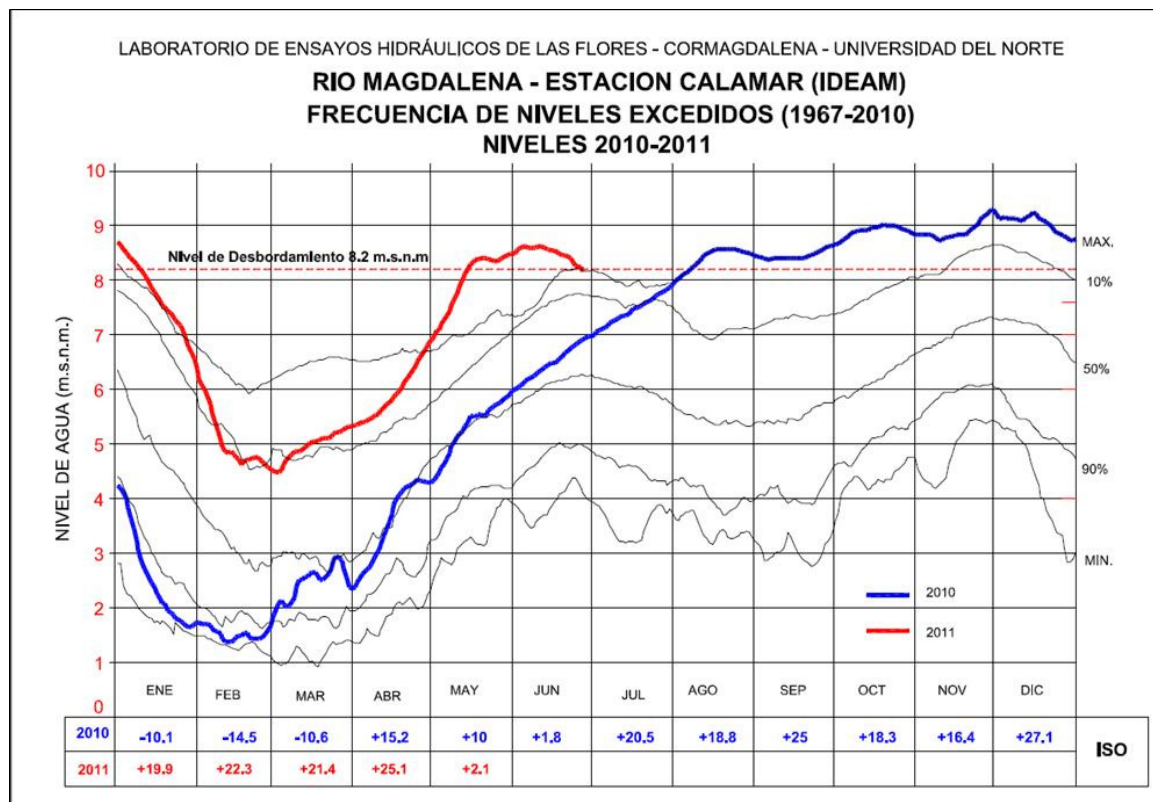
### **MEDIDAS ESTRUCTURALES**

Es necesario revisar las obras que hasta el momento se han realizado a la luz del evento de 2010 porque seguramente los parámetros de diseño ya serán otros, pero adicionalmente, es importante buscar alternativas bajo nuevos criterios o por lo menos diferentes, teniendo en cuenta cual ha de ser su efectividad dentro de un planteamiento integral sobre el manejo de las inundaciones y no como esfuerzos aislados de impacto limitado.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Nada podemos hacer para controlar la lluvia, la cual se convierte en escorrentía, que a su vez genera los caudales en los ríos. Estos caudales, dependiendo de su magnitud, son los que a la postre se convierten en amenaza cuando sobrepasan la capacidad de los cauces.

El cauce de los ríos se ha desarrollado para transportar los caudales con mayor recurrencia, pero no para aquellos caudales extraordinarios que se presentan durante periodos cortos de tiempo y que tienen asociados grandes periodos de retorno. En el 2010 se presentaron caudales extremos, pero además, no ocurrieron durante los tiempos acostumbrados sino que se mantuvieron altos durante un periodo largo de tiempo, casi cinco meses. Los niveles extremos superaron los máximos registrados desde 1973 y además, se presentaron en forma casi permanente desde el mes de agosto de 2010 hasta mediados de enero de 2011, como se muestra en la Figura 1; tiempo más que suficiente para que fallen las estructuras de contención, debido a que actuaron como presas durante mucho tiempo, para lo cual no están diseñadas.

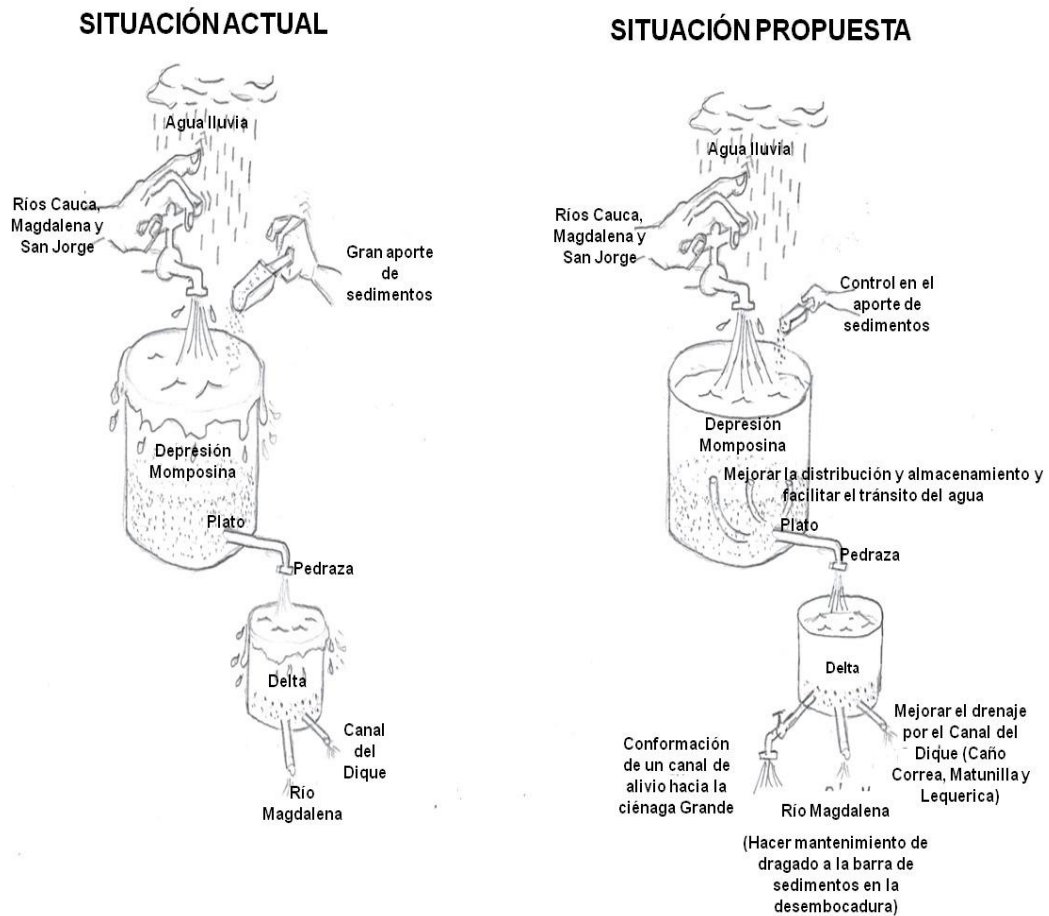


**Figura 1** Comparación del comportamiento de los niveles en la estación Calamar durante el año 2010-2011, en relación con el comportamiento histórico por el IDEAM, análisis realizado por la Universidad del Norte

El aumento de los niveles en los ríos se da precisamente porque los cauces no se desarrollan o amplían, por la erosión general de lecho y orillas, a la misma velocidad que aumentan los caudales ni logran la capacidad suficiente, entonces llega un momento en el que el agua se desborda y aparece la amenaza por inundación.

En forma general y sencilla, se puede decir que las inundaciones se dan porque el volumen de agua supera la capacidad de almacenamiento y de transporte del medio a donde llega, por tanto, se plantean acciones en temas básicos como: mejorar el almacenamiento y distribución del agua en forma controlada, agilizar el tránsito, es decir que circule más rápidamente y facilitar su salida final al mar.

En la Figura 2 se presenta un esquema en el cual se ilustra la situación para la parte baja de los ríos Cauca y Magdalena con sus zonas de amortiguación y una propuesta conceptual para su intervención.



**Figura 2** Propuesta conceptual para el manejo integral de las inundaciones en el bajo Cauca y Magdalena

## CÓMO MEJORAR EL ALMACENAMIENTO Y LA DISTRIBUCIÓN

La mejor forma de distribuir y almacenar el agua es permitiendo su llegada a reservorios naturales (ciénagas) o artificiales (represas). Sin embargo, una vez esos reservorios se llenan serán desbordados, al igual que el cauce del río, provocando las inundaciones. Es decir, que las ciénagas son un factor importante en la distribución del agua dentro del territorio, pero tienen una capacidad limitada. Por tanto, se debe buscar aumentar su capacidad o por lo menos intentar mantenerla a lo largo del tiempo, ya que estas se van colmatando mediante un proceso natural de sedimentación. Adicionalmente, las ciénagas tienen un valor ecológico muy importante durante las épocas de estiaje, toda vez que se convierten en reservas de agua para peces y riego.

Uno de los factores que más influyen en la reducción de la capacidad de almacenamiento de agua de los reservorios (represas, ciénagas) es la colmatación por acumulación de sedimentos, cuyo fenómeno natural está directamente relacionado con la cantidad que se aporta desde las cuencas y desde el mismo cauce. El transporte de sedimentos es tan natural como el del agua y necesario para que los ríos se mantengan. Debido a esto, con el tiempo, las ciénagas tienden a desaparecer por colmatación, los cauces y las llanuras a subir su cota y los deltas a crecer alargándose hacia el mar. De acuerdo con la velocidad que se presente este proceso natural así será la afectación a los intereses del hombre y más difícil la adaptación de este a las nuevas

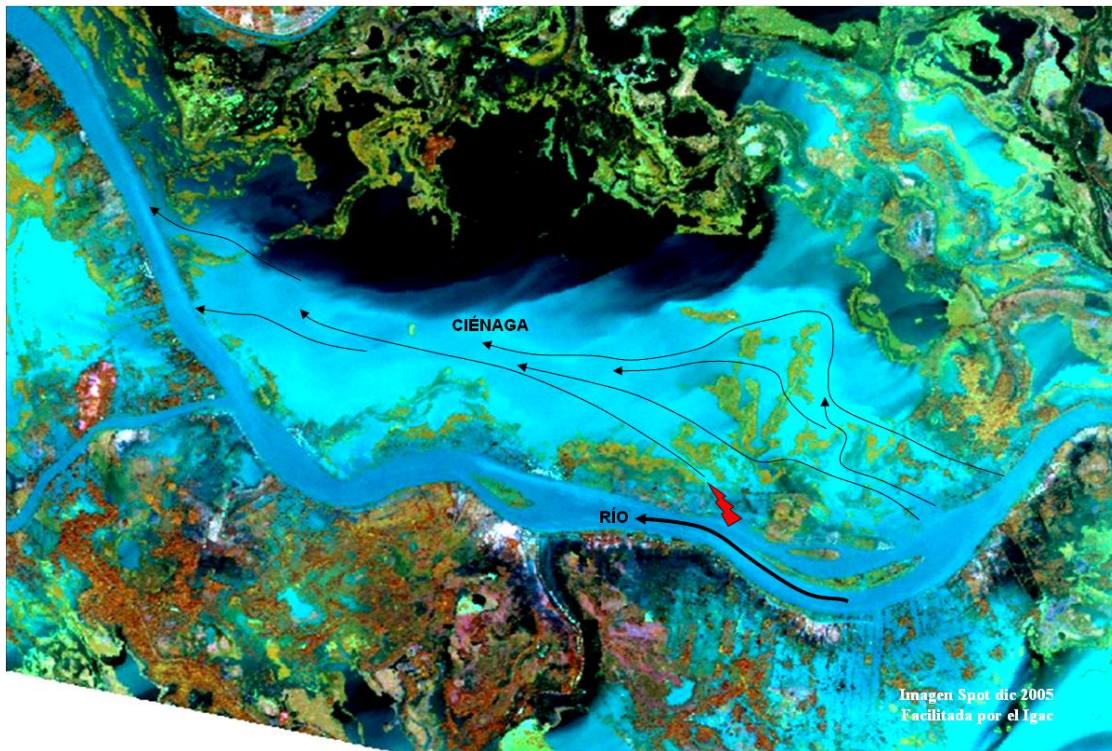
condiciones geomorfológicas, por tanto, es recomendable tomar las medidas necesarias para que el proceso sea lo más lento posible.

Una acción importante para lograr este objetivo es hacer un efectivo control en el aporte de sedimentos por actividades de gran impacto en la estabilidad de las cuencas y los lechos de los ríos como la deforestación y los movimientos de tierras, sin un adecuado manejo, para la extracción de minerales como el oro. Pero aun así, el río siempre transportará sedimentos que ira dejando en su recorrido o al final en la desembocadura.

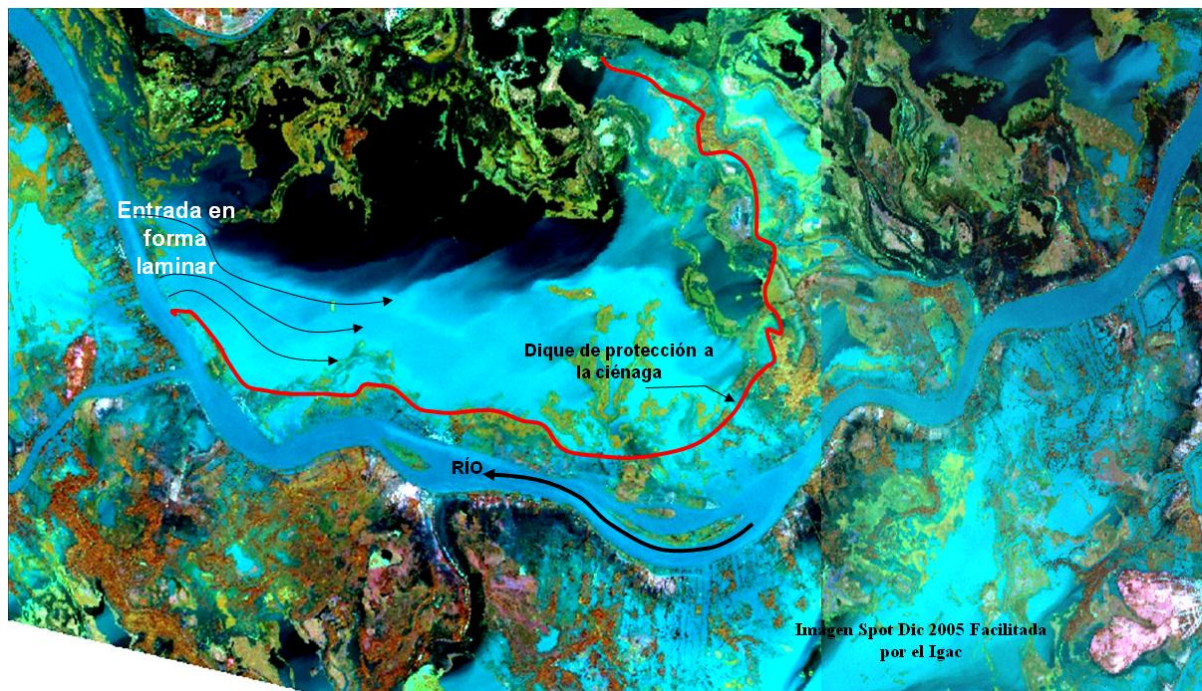
Un ejemplo de lo que sucede con las ciénagas y los sedimentos durante las crecientes cuando se desborda el río se muestra en la **Figura 3** en la cual se describen las líneas de corriente y en color claro se observa el comportamiento de los sedimentos. Como se produce una corriente continua a través de la ciénaga, entonces el aporte es permanente y se precipita en la mayor parte del área. Por tanto, se propone una protección de la ciénaga para que su sedimentación sea más lenta y en consecuencia mantenga durante más tiempo su capacidad de almacenamiento, permitiendo que su alimentación se dé únicamente por la parte de más aguas abajo mediante un flujo ascendente, **Figura 4** lo cual permite que el sedimento que ingresa se vaya acumulando en mayor cantidad a la entrada, formando con el tiempo una estructura de regulación natural a cotas cada vez más altas, permitiendo que a la ciénaga ingresen los sedimentos más finos que son los más benéficos para esta. Adicionalmente, se mantiene durante más tiempo el mayor espejo de agua, evitando que sea invadida y que en periodos de estiaje se reduzca considerablemente la profundidad, lo cual genera procesos de eutroficación, reducción significativa de oxígeno en el agua, afectando la vida de los peces y en consecuencia, el sostenimiento alimentario de los pobladores. Recuérdese que las sequías son tanto o más graves que las inundaciones, solo que su impacto no es tan evidente y por eso se tiende a no darle la importancia que requiere. Las hambrunas son devastadoras.

Esta propuesta tiene fundamento en la observación que se hace de las ciénagas que han llegado a una mayor evolución como son las del medio Magdalena con dos casos muy representativos: la ciénaga de San Rafael de Chucurí y de Canaletal. En ambos casos la conexión entre el río y la ciénaga se hace por la parte de más aguas abajo con un control natural eficiente. Estas ciénagas son las mayores productoras de peces en la región lo cual muestra su estado de conservación, en la **Figura 5** se muestran las imágenes de las dos ciénagas.





**Figura 3** Comportamiento de la corriente a través de la ciénaga en época de creciente en el sector de El Cerrito, Barranco de Loba



**Figura 4** Propuesta para el manejo de la interconexión ciénaga río





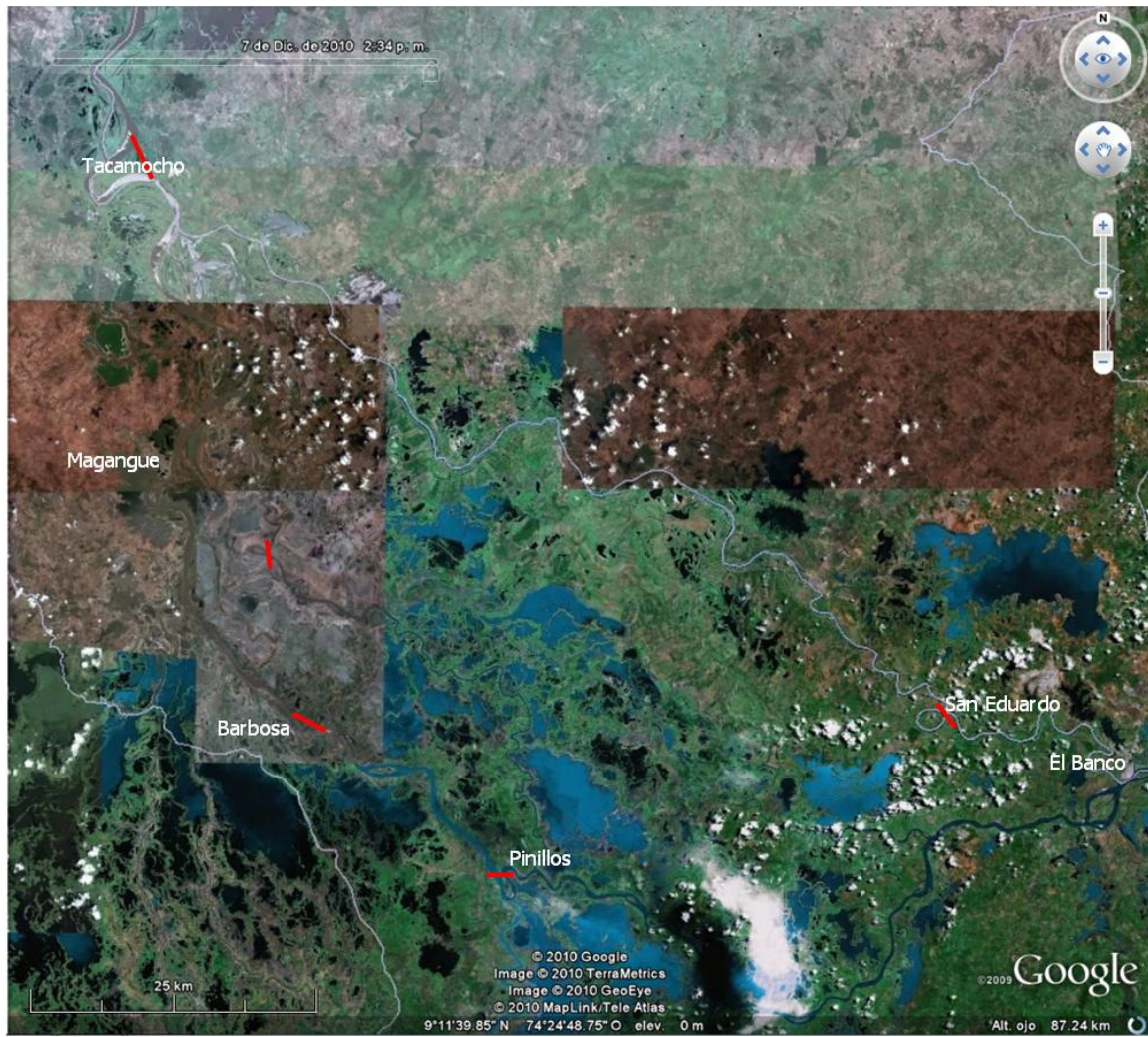
**Figura 5.-**Ciénagas en el medio Magdalena. Nótese la buena definición del área de las ciénagas y los albardones que las separan del río

### **CÓMO AGILIZAR EL TRÁNSITO DEL AGUA**

Para permitir que el agua fluya más rápido a través del territorio y poder evacuarla más rápidamente, valdría la pena evaluar el impacto que se lograría interviniendo el sistema de drenaje principal dentro del gran embalse que es la depresión Momposina, cuya eficiencia podría mejorar si se eliminan algunos meandros (curvas descritas por el cauce de un río) para disminuir la longitud del cauce y aumentar la pendiente y así, permitir que la evacuación de las aguas sea más rápida. Los meandros considerados son: el de Pinillos y Barbosa sobre el río Magdalena, dos en el brazo Chicagua a la altura de Magangué, el de Los Negritos, sobre el brazo de Mompós, y el de Tacamocho, justo aguas abajo de la confluencia del río Magdalena y el brazo de Mompós, tal como se indica en la Figura 6 y se detallan en las siguientes.

La anterior propuesta se fundamenta en trabajos similares que han contribuido significativamente al manejo de las inundaciones como es el caso del río Segura en Murcia y Alicante (España) en donde en un tramo de 88 Km se redujo a 63 mediante la corta de meandros, véase Revista de Obras Públicas No 3341, marzo de 1995. Los mayores cortes de meandros se han presentado en el río Misisipi entre Memphis y Baton Rouge, 500 Km. Datos tomados de “Ingeniería de Ríos, Juan Pedro Martín Vide, ediciones UPC, 2002”.





**Figura 6** Drenaje principal de la depresión Momposina y localización de los meandros



**Figura 7** detalle del meandro de Pinillos





**Figura 8 Detalle de los meandros**

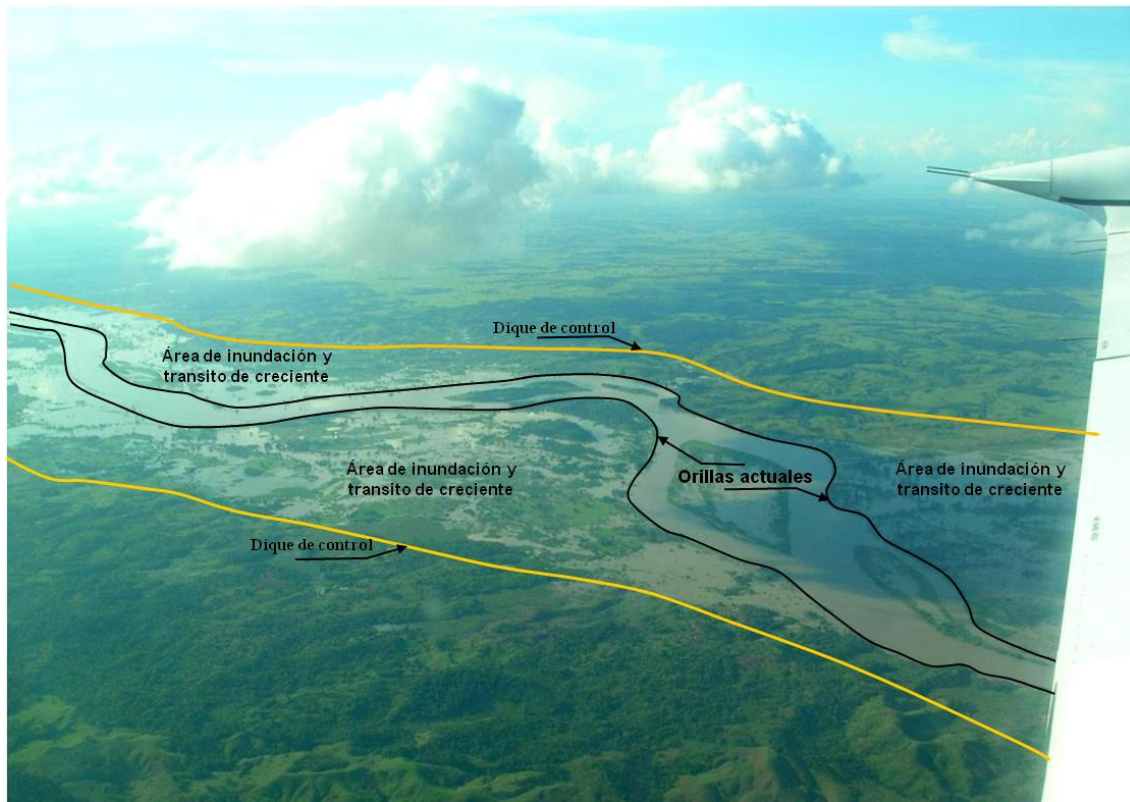


**Figura 9 Detalle de los meandros sobre el brazo de Mompós y Chicagua**

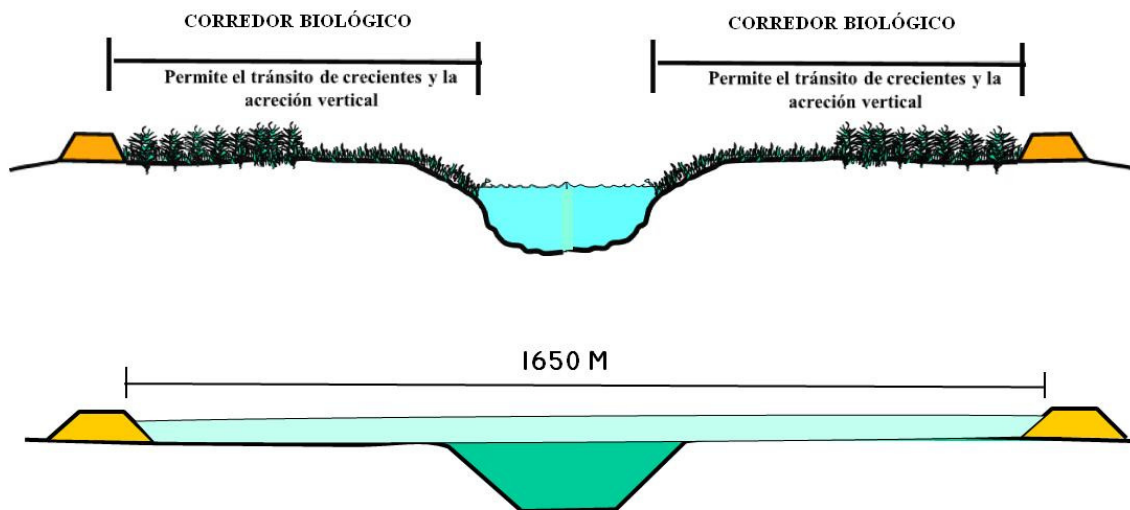
En el país se ha consolidado la idea que la ronda de los ríos es una franja de 30 m con base en lo dispuesto en el artículo 154 de 1978. Esta reglamentación no es clara, aún con su modificación mediante resolución 157 de 2004 artículo 8, que en su momento apareció como una norma general sin ningún fundamento técnico que tuviera en cuenta las condiciones de amenaza por fenómenos naturales, lo cual, permitió la consolidación de poblaciones y complejos industriales prácticamente sobre las orillas de los ríos y en general de los cuerpos de agua. Por tanto, es conveniente recuperar un espacio necesario para que por allí transiten las crecientes sin que se generen grandes pérdidas, para lo cual se propone la siguiente acción, pero obviamente es necesario derogar o revisar el mencionado artículo.

Se propone realizar una intervención que contribuya con el tránsito de las crecientes y que a su vez permita una mejor distribución del agua en el territorio. Esta consiste en la conformación de una sección hidráulica sobre las márgenes del río, adicional al cauce habitual del mismo la cual estará definida por diques lo suficientemente alejados de la orilla, tal como se indica en las **Figura 10 y 11**. En la actualidad, se construyen diques muy cerca de las orillas, que obligan a que la creciente transite en un área reducida, con elevaciones de nivel considerables, haciendo necesario que la altura de estos también lo sea. Si se construyen **diques alejados** de las orillas

se logra un impacto **significativo frente la amenaza**, porque se presenta una mejor distribución del caudal, con un **mínimo aumento en los niveles**.



**Figura 10** Aspecto general de un tramo del río Cauca y su zona de desborde



**LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE PARA EL MANEJO DE CRECIDIENTES SE AUMENTARÍA EN 2475 m<sup>3</sup>/s CON UNA LÁMINA DE AGUA DE 1 m DE ALTURA A UNA VELOCIDAD MEDIA DE 1.5 m/s**

**Figura 11** Esquema de control de desbordamientos con estructuras alejadas de la orilla



En muchos casos existen asentamientos humanos consolidados, como pequeñas ciudades, donde no es fácil adelantar un proyecto de reubicación entonces, mientras tanto se plantea la crear un canal de alivio por la parte posterior de la población o sobre la margen opuesta, para para distribuir el caudal y abatir el nivel y de paso mejorar facilitar el paso de la creciente, como se ilustra en la **Figura 12**



**Figura 12.-** Aliviadero frente a Achí, que no solo ayudaría a abatir el nivel sino que además permitiría evacuar más rápido la creciente

### **CÓMO MEJORAR LA SALIDA DEL AGUA**

Para mejorar la salida del agua y abatir más rápido los niveles en el territorio se plantea lo siguiente:

Dada la pendiente tan baja del río Magdalena (6cm/km) entre Calamar y Bocas de Ceniza, es conveniente mantener la desembocadura del río lo más despejada posible. Por efectos de los sedimentos se va formando una barra en la salida que puede llegar a producir algún fenómeno de remanso hacia aguas arriba, por tanto, es conveniente tener en cuenta dicho aspecto.

Sin embargo, y dado el volumen de agua que se presentó en el invierno del segundo semestre de 2010, se hace necesario pensar en medidas de mayor impacto.

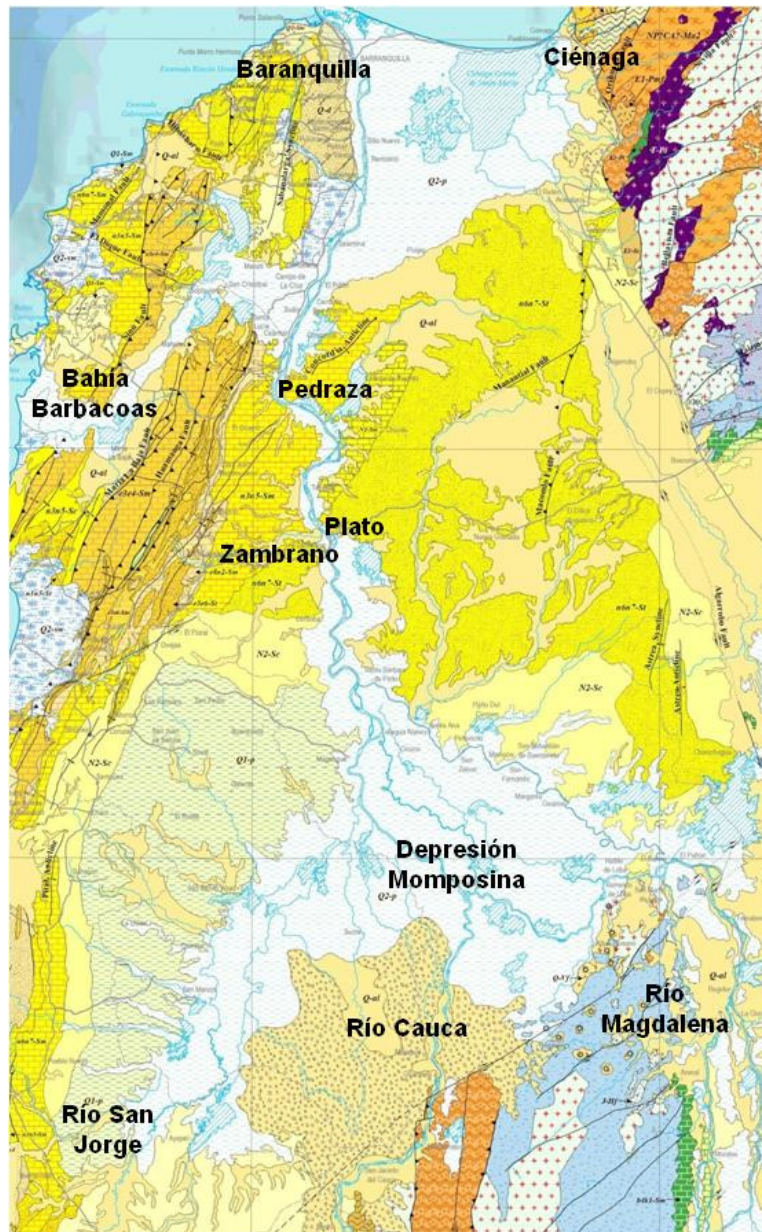
El sistema hídrico Andino de Colombia, a su llegada a la parte baja, se puede resumir de la siguiente manera, tal como se indicó en el esquema de la Figura 2 y se evidencia en la Figura 13.

- Un almacenamiento natural gigantesco que es la depresión Momposina, compuesta por el complejo cenagoso de la Mojana, las islas Margarita (Mompós) y Papayal y las ciénagas Mantequeira y el Uvero, a donde llegan los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, con toda la carga de sedimentos que transportan, especialmente el Cauca, más el agua de escorrentía en la propia zona, que es de alta pluviosidad



- Un vertedero localizado en Plato en donde existe un control estructural natural
- Un canal relativamente encauzado entre Plato y Pedraza, y
- El delta de entrega al mar, que se puede describir como el triangulo Pedraza, Barranquilla, Ciénaga, y la franja que va hacia la bahía de Barbacoas y Cartagena.

Dentro del delta principal se fue consolidando un cauce único que hoy corresponde al río Magdalena, mientras que la franja que va a Barbacoas se fue colmatando, quedando convertida en cuerpos de agua aislados (ciénagas), a través de las cuales se construyó en el siglo XVII el Canal del Dique. De esta manera, esa gran entrega natural que tenía el mayor sistema hídrico Colombiano se redujo apenas a dos salidas: el río Magdalena y el Canal del Dique.



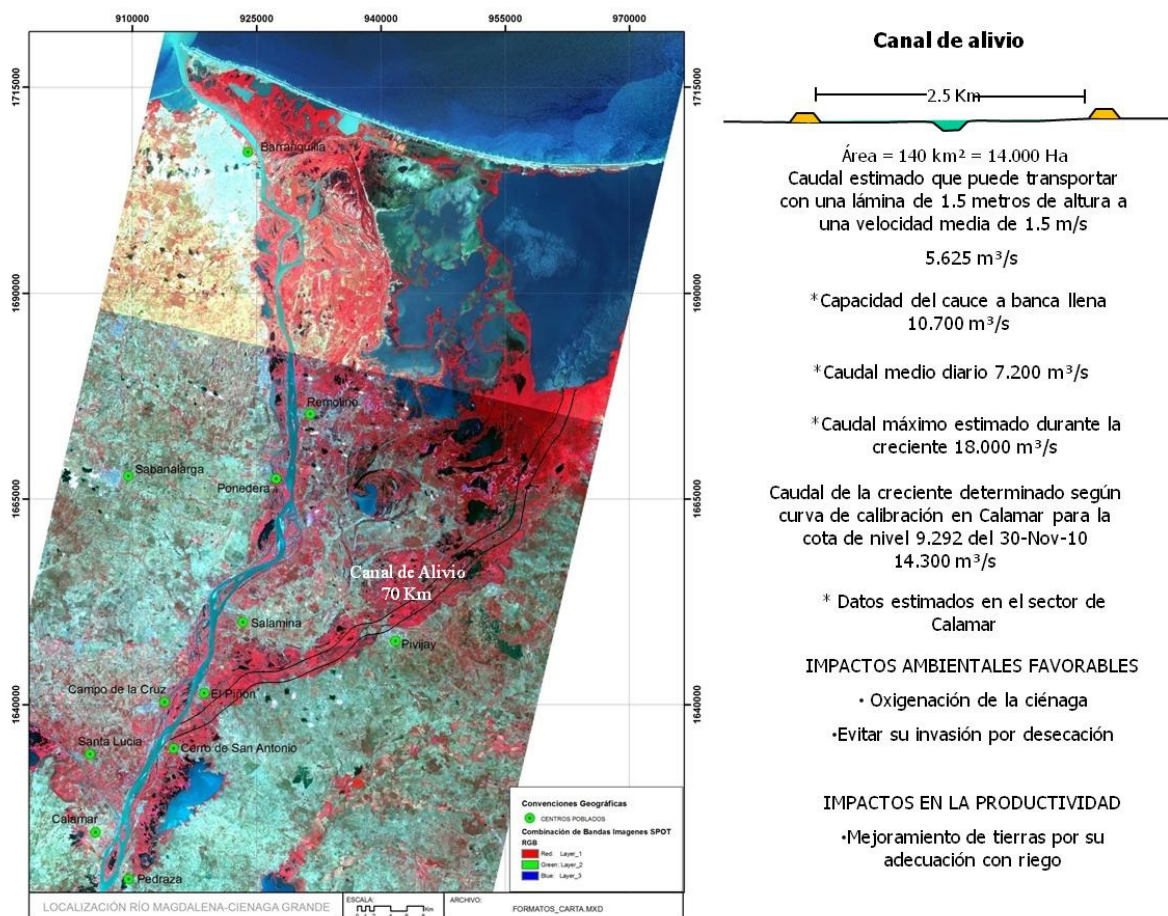
**Figura 13.**–Sistema hídrico general de la parte baja del Magdalena, Cauca y San Jorge en relación con la Geología

En la actualidad este gran embalse que es la Depresión Momposina y el delta, se encuentran ocupados y precisamente son los que más se ven afectados por las inundaciones.

Lo anterior permite considerar que se debe mejorar la entrega del caudal del río Magdalena al mar, a fin de evacuar más rápidamente el agua del territorio, para lo cual plantean las siguientes acciones:

Por una parte, en el Canal del Dique, mejorar la salida por el Caño Correa que es el camino más corto para llegar al mar, haciendo dragados de mantenimiento e incluso ampliando su sección, y por otra, habilitar las salidas por Lequerica y Matunilla hacia la Bahía de Barbacoas.

Adicionalmente, contemplar la reactivación de todo el sistema de ciénagas sobre la margen derecha o en su defecto conformar un canal de alivio a través del paleocauce que vaya desde el río Magdalena a la Ciénaga Grande de Santa Marta partiendo desde Cerro de San Antonio, como se muestra en la Figura 14



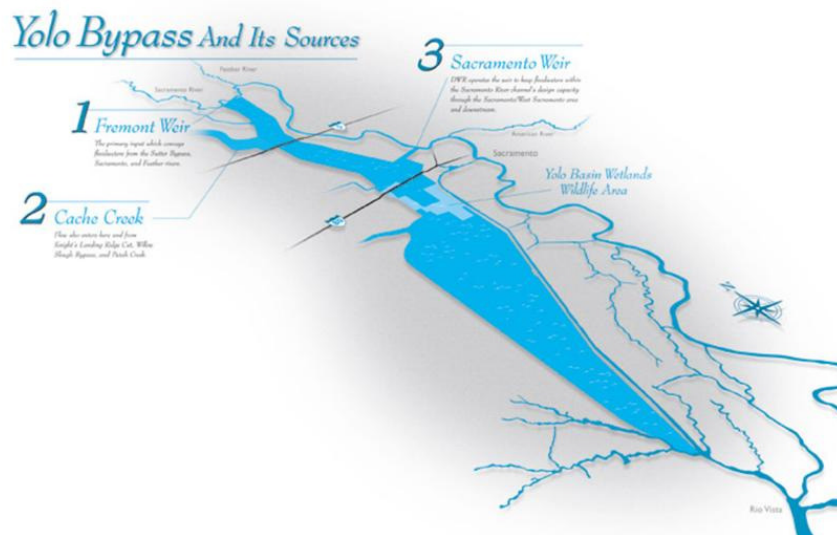
**Figura 14.-** Se observa con claridad el delta y el paleocauce más reciente por donde se plantea el canal de alivio Aspecto general del antiguo delta del río Magdalena

El canal no tendría gran profundidad pero sí una gran anchura, con una sección compuesta: un canal central que durante los periodos secos mantendría un caudal permanente que serviría como aporte a distritos de riego en toda la región y una sección mayor que sería ocupada cuando se presenten crecientes que desborden la capacidad del río y del Canal del Dique,

permitiendo abatir rápidamente los niveles, evitando los desbordes y presiones sobre los diques existentes.

Sobre la margen derecha del río Magdalena entre el Piñón y Cerro de San Antonio se ubicaría una estructura tipo vertedero con una compuerta central para manejar el caudal del canal central o una estructura permeable con la cota de rebose 8.20 msnm que corresponde a la de desborde. Una vez los niveles superen la cota de la cresta se produciría el vertimiento del caudal de exceso, controlando el aumento del nivel en el río y llevando el exceso de agua directamente a la Ciénaga Grande que tiene conexión con el mar. Como es obvio, se requiere de hacer estudios de impacto ambiental tanto positivos como negativos, pero a la luz de tener la posibilidad de evitar eventos de desbordes o rompimientos como el que ocurrió en el Canal del Dique, que afectaron a cerca de 25.000 familias, estimación hecha por el departamento del Atlántico, quienes lo perdieron todo, sin contar con las pérdidas en el sector productivo.

Una experiencia exitosa para tratar un problema similar es el tratamiento que se le dio a la situación de inundaciones que afectaba toda la región de Sacramento en el estado de California, EE. UU, mediante la construcción de un canal de alivio de gran anchura, el cual se logró al confinar una franja de terreno con diques laterales por donde transitan los caudales de exceso de las grandes crecientes. Sobre la margen derecha del río se construyó un vertedero de 2.8 km por donde rebosa el caudal y es conducido por el canal directamente al delta de la desembocadura del río, como se indica en el esquema de las Figura 15 y Figura 16. Un aspecto importante es que el terreno por donde se conformó el canal se ha seguido utilizando y está dedicado al cultivo de arroz siendo una de las mayores productoras del país. Situación que se puede implementar en nuestro caso, para las tierras más alejadas de la ciénaga implementando cultivos orgánicos.



**Figura 15.**-Experiencia en el río Sacramento, California, EE.UU.





Figura 16.-Aspecto general en el sitio de derivación

## MEDIDAS NO-ESTRUCTURALES

Son las medidas que en su conjunto ofrecen el mayor impacto en la reducción del riesgo y que contemplan acciones dirigidas a la prevención dentro de las cuales se debe destacar como aspecto fundamental el ordenamiento del territorio con base en mapas de amenaza por diferentes eventos naturales.

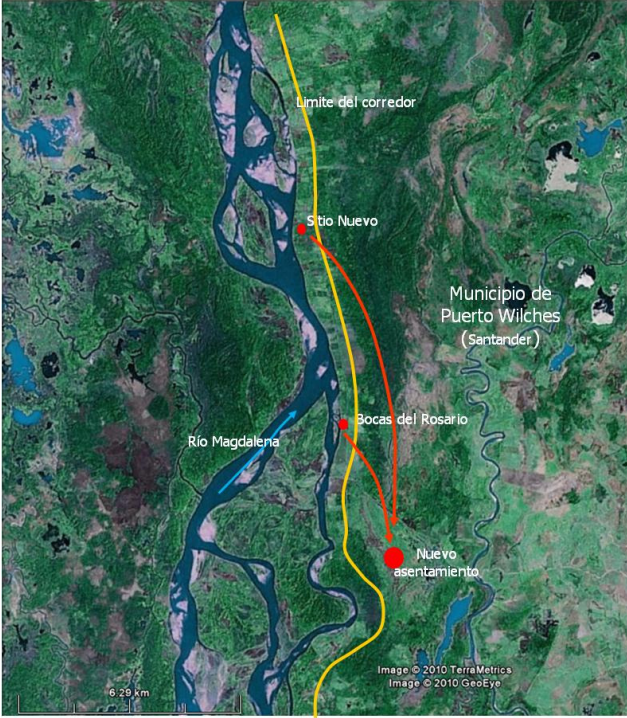
## FRENTE A LA VULNERABILIDAD DEL TERRITORIO

Es necesario respetar al máximo la condición natural de los ríos incluyendo su llanura de inundación, por tanto, se debe permitir que sigan existiendo zonas inundables, suficientemente amplias, que sirvan como áreas de amortiguación de crecientes, y que permitan preservar y recuperar las ciénagas. También se deben establecer corredores paralelos a los ríos, lo suficientemente amplios que permitan el tránsito de las crecientes cuando se cope la capacidad del cauce y de las ciénagas. Al establecer este corredor es muy posible que dentro del área queden involucradas poblaciones de diferente orden: caseríos, poblados, o ciudades importantes.

En el caso de los caseríos y poblados que no cuenten con una infraestructura de servicios adecuada, redes de acueducto y alcantarillado, energía, obras de urbanismo y de servicios básicos, se propone reubicarlas por fuera del corredor. Si están cerca unos de otros, unificarlos en un solo nuevo centro urbano, como se indica en la Figura 17. Así sería más fácil proveerles de infraestructura y servicios e incluso sería más factible la construcción de una vía para facilitar su comunicación con otros centros urbanos. En general, no es solamente sacarlos de



una zona de amenaza sino además, mejorar en todos los aspectos su calidad de vida. Las malas reubicaciones son las que generan los peores desastres como se ilustra en la **Figura 18**



**Figura 17.**-Ejemplo de lo que podría ser una reubicación



**Figura 18.**- Ejemplo de una mala reubicación



**Figura 19.-** Ejemplos de lo que se debe hacer, relimpia en la ciénaga de San Rafael y corredor inundable con aprovechamiento restringido sobre la margen izquierda del río Cauca en el municipio de Achí, obras de Cormagdalena



**Figura 20.-** Ejemplos de lo que no se debe hacer, plantación de palma y una vía importante directamente sobre la orilla del río.

En Colombia no solo es necesario establecer un área de reserva sobre las márgenes de los ríos sino además alrededor de los grandes complejos cenagosos que existen y que hacen parte fundamental de todo el sistema hídrico por tanto se deben establecer estas zonas.

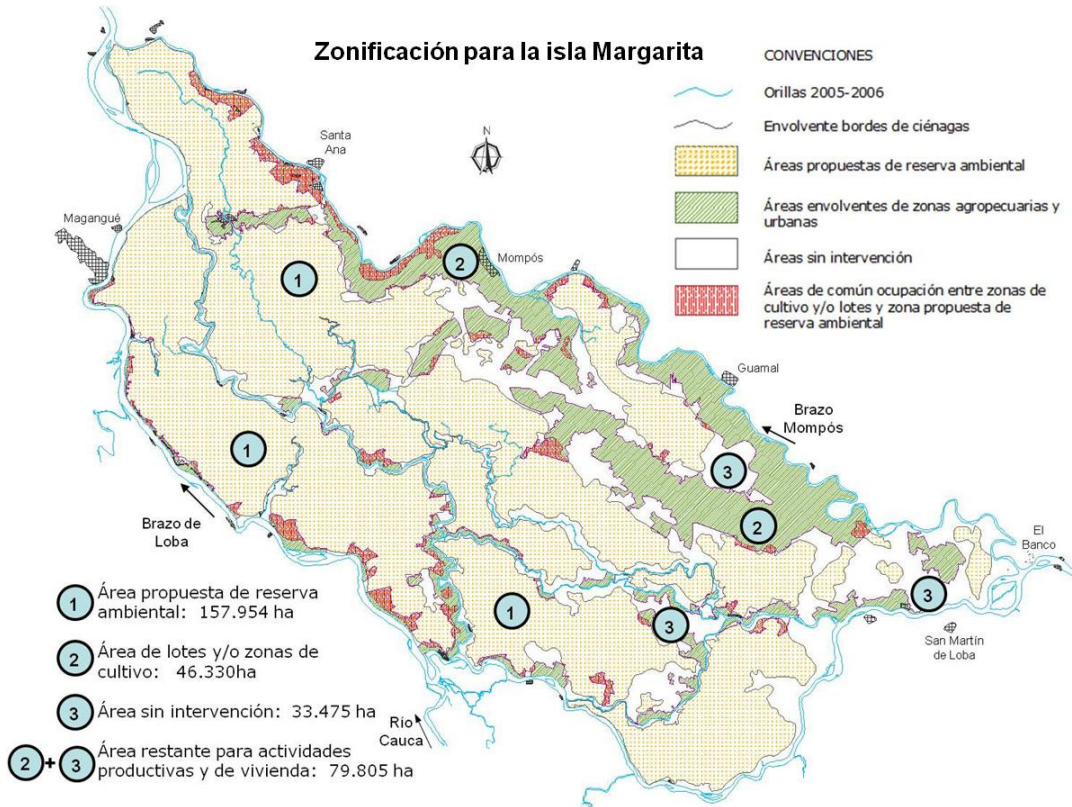
Una vez definidas las áreas de reserva, se deben adelantar programas de adecuación de tierras en el resto del territorio para que sean menos vulnerables y adicionalmente más productivas, mediante un adecuado manejo de los sedimentos que transporta el mismo río, permitiendo inundaciones controladas de parcelas conformadas para tal fin.

La Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, a través de un convenio de cooperación con Cormagdalena viene trabajando en este sentido, con estudios en las islas Morales, Margarita (Mompós) y Papayal, mediante los cuales se han identificado posibles áreas de reserva para las ciénagas y áreas en donde sería factible adelantar un programa de adecuación de tierras para hacer más eficiente su aprovechamiento, como se muestra en las **Figura 21 y 22**. Con base en estos estudios, más otros en el tema ambiental, social y de desarrollo industrial y agropecuario, sería posible comenzar a establecer dentro de los POT's un uso más racional del suelo y adelantar programas definidos para cada caso.





**Figura 21.- Ejemplo de mapa de zonificación**



**Figura 22.- Ejemplo de mapa de zonificación**

**EN LA PREVENCIÓN**

Se debe trabajar vigorosamente en la educación y toma de conciencia social frente a procesos de degradación ambiental y el adecuado uso del territorio.

Uno de los elementos básicos en la prevención es conocer las áreas de amenaza frente a los diferentes eventos naturales, ejemplo: inundación, deslizamientos, sismos y avalanchas. Mientras no se conozca el territorio será imposible prevenir los desastres. Con base en mapas que contengan esta información se podrá determinar el uso de suelo de tal forma que el riesgo de pérdidas sea el menor. No es lo mismo que se pierda un cultivo de arroz a que se pierdan viviendas o peor aún vidas humanas. En términos sencillos, ¿Qué tanto estamos dispuestos a arriesgar en dichas zonas?

Existe el decreto ley 2811 de 1974 que en su reglamentación y articulado se fijan los criterios para definir áreas inundables y de propiedad estatal. Esta reglamentación no es clara, además de ser general para todo el territorio lo cual va en contravía de estudios serios para definir mapas de amenaza.

Una vez definidas las zonas de amenaza y el uso permitido, e involucradas en los POT's, se debe garantizar el cumplimiento de las normas. Permitir un uso diferente es verse obligado después a atender emergencias. Por tanto, esta normatividad debe ser revisada o mejor abolida y reemplazada por los POT's.

Teniendo en cuenta que los mapas de riesgo son posteriores al uso que actualmente se le está dando al territorio, entonces, es necesario adelantar programas de reubicación o construcción de obras para reducir la vulnerabilidad y mitigar el riesgo, según cada situación.

En muchos casos ha sido necesario reubicar poblaciones después de un evento: sismo, deslizamiento o inundación, ¿por qué no hacerlo con anterioridad previendo el evento? O la gente se va caminando con todos sus enseres a un sitio nuevo, seguro y con mejores condiciones de vida, o el río la saca corriendo a un cambuche de plásticos, solamente con lo que lleva puesto. En manos de todos está la decisión. Igual sucede con los asentamientos que no son posibles reubicar; en estos, es necesario elevar el terreno de todo el territorio por encima de las cotas de inundación mediante un programa de renovación urbana. En síntesis, debemos decidir si invertimos una vez un peso en prevención o dos todos los años en atención. Las obras en prevención son una **inversión** porque sus efectos son perdurables y reducen significativamente el riesgo, mientras que las acciones en atención son un **gasto** porque su impacto es temporal ya que solo sirve para mitigar los efectos más notorios de una situación desastrosa, pero después nada queda.

## EN LA ATENCIÓN

Teniendo en cuenta que estamos lejos en la prevención, se hace necesario trabajar todavía en la atención, sería conveniente pensar en tener estrategias para atender la población desplazada con toda la logística para la construcción de alberges temporales en los cuales la gente pueda llevar una vida lo más dignamente posible pues no basta con aliviarles el hambre. Hoy en día los albergues son los colegios o escuelas, pero en esta ocasión hasta allí llegó la inundación y la gente se tuvo que refugiar en las coronas de los diques o las carreteras.

Se deben considerar albergues para tiempos largos, donde se puedan prestar los servicios públicos básicos y de salud para controlar epidemias, a donde sea fácil llegar con ayudas, donde se puedan seguir desarrollando las actividades cotidianas en la forma más regular posible, especialmente las académicas, ya que es una forma de evitar el traumatismo, especialmente en los niños y adolescentes quienes más sufren el desarraigo de sus familias porque deben ser enviados lejos.



En general, es contar con terrenos disponibles, propiedad del estado, para la construcción de ciudadelas temporales, que permitan una atención integral a la población que se vea desplazada por las inundaciones. Una vez pasada la emergencia se deben desmontar las ciudadelas para su conservación y evitar que los terrenos sean invadidos.

### **JUICIO DE RESPONSABILIDADES**

Bajo las actuales circunstancias hacer un juicio de responsabilidades no es tan útil para lo que el país necesita, entre otras cosas porque el evento que produjo todos los desastres sobrepasó los pronósticos no solo en magnitud sino en duración. Muchas obras, no solo estructuras hidráulicas, sino en general todas las obras de ingeniería: carreteras, puentes, obras de drenaje, urbanizaciones, complejos industriales, entre otras, estaban diseñadas bajo ciertos parámetros de valores máximos estimados. Por ejemplo, con base en la duración de un aguacero, sin embargo, en muchos lugares los tiempos fueron superiores y con mayor frecuencia lo cual desbordó cualquier estimación, entonces, bajo estas condiciones todas las obras tenían una gran posibilidad de fallar, tanto las buenas como las malas, por tanto, ¿Cómo determinar en forma objetiva la responsabilidad? Es que hasta las provisiones para atención se quedaron cortas.

Otro aspecto que se considera inconveniente es que bajo la espada de Damocles de un juicio de responsabilidades todas las entidades que tienen que ver con la situación van a estar más preocupadas por demostrar que sus procedimientos y actuaciones fueron acertados y así no quedará espacio para una valoración objetiva que permita proponer nuevas estrategias o hacer reingeniería de criterios y parámetros de diseño y control. Si de culpables se trata, toda la sociedad tendría su parte de responsabilidad por acción u omisión, hasta la misma justicia que no actúa oportunamente para lograr el desalojo de predios en zonas de amenaza, impedir las invasiones en terrenos que hoy se están inundando o para evitar el desplazamiento forzado de comunidades que generalmente terminan en zonas de amenaza. Las mismas comunidades hoy afectadas han hecho caso omiso de programas de reubicación.

El código sísmo resistente apareció a raíz del desastre de Popayán como una necesidad para mejorar las construcciones, es decir, hacerlas menos vulnerables ante un fenómeno de sismo, lo cual ha servido para evitar mayores pérdidas, por lo menos en las construcciones nuevas. Que este evento nos sirva para desarrollar nuevas metodologías, criterios y parámetros de diseño de obras hidráulicas.

Este es un momento histórico que si lo aprovechamos bien nos puede llevar a refundar nuestro país en todos los órdenes: social, económico, administrativo y, si se tiene la plena libertad, para reevaluar conceptos técnicos que nos permitan avanzar en el conocimiento de todas las disciplinas: geotecnia, hidráulica, hidrología, estructuras, forestal, ambiental, biología, administrativa, en fin, en todos los campos de las ciencias que se asocian a un evento de estos. La invitación es a que saquemos provecho para hacer de nuestro un país un lugar cada vez mejor y más seguro ante fenómenos naturales. Con nuestra experiencia y avances también podremos ayudar a la humanidad en casos similares.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal conclusión es que los fenómenos naturales son inevitables e impredecibles en su magnitud y ocurrencia, mientras que los desastres si pueden ser evitados o por lo menos mitigados.

El gran problema que tiene el país es estructural, pues existe una desarticulación total entre los distintos entes del estado con intereses distintos que semejan un montón de ruedas sueltas que hacen imposible la gobernabilidad. No existen macro proyectos con una visión integral de país: en el mejor de los casos existen programas sectoriales que no van más allá de buenos documentos que a la hora de implementarlos quedan reducidos a letra muerta y meras buenas intenciones, porque priman los interés particulares sobre el bien común. Implementar políticas de estado en este caos político administrativo es un imposible. En definitiva, la casa está en desorden y así atender cualquier situación eventual de desastre social o ambiental no es posible, si ni siquiera en tiempos normales se resuelven situaciones, entonces, ¿cómo será bajo circunstancias apremiantes? Pues ya lo estamos viendo.

Frente a los desastres, las medidas no estructurales son fundamentales para reducir el riesgo y dentro de estas, en la prevención, que debería ser una política de estado, es en donde se debe hacer la mayor **inversión** para reducir cada año los **gastos** por atención.

Esta situación la debemos considerar como una **oportunidad** para hacer una evaluación objetiva de, en qué estado estamos frente a fenómenos naturales como el invierno que se presentó, desde lo político, social, administrativo, técnico y financiero.

En lo que respecta a lo técnico es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Evaluar qué tan bien instrumentadas están nuestras cuencas para registrar, analizar y divulgar el comportamiento del agua dentro del ciclo hidrológico. Qué tan confiables son los registros y sobre todo, al cabo de cuánto tiempo se dan a conocer. Esa información debería ser en tiempo real y de dominio público.

Derogar el decreto ley 2811 de 1974 en su reglamentación del decreto 1541 de 1978 y reemplazarlo por mapas de amenaza por diferentes fenómenos naturales (inundación, sismo, deslizamiento) con cubrimiento nacional y cada vez a menor escala, los cuales deben ser divulgados masivamente para que todos los ciudadanos conozcamos en qué lugar estamos ubicados. En el ámbito local y con base en los mapas de amenaza adelantar obras para reducir la vulnerabilidad del territorio y mitigar el riesgo.

Generar mapas de uso del suelo con verdaderos criterios técnicos teniendo en cuenta los mapas de amenaza, dichos mapas deben ser elaborados a nivel nacional independientemente de las divisiones políticas y administrativas del territorio y deben ser de obligatorio cumplimiento dentro de los POT's locales. Esto evitaría que el uso del suelo se maneje al antojo de intereses particulares. Igualmente, estos mapas deben ser de dominio público para crear un control social en este tema que es base de un buen ordenamiento territorial.

Cuanto más informado este el ciudadano, será más fácil su participación en la solución de los problemas y más fácil su orientación.

Fortalecer la educación en el conocimiento de los fenómenos naturales y sus consecuencias con una aplicación práctica y no solo como una asignatura académica. Nuestros jóvenes serán los futuros dirigentes del país.

En lo político, poner por encima de todos los intereses particulares el bienestar de las comunidades.

Crear políticas de estado que mantengan en el tiempo programas para hacer de nuestro país un lugar más seguro frente a los fenómenos naturales.

Frente a los casos de emergencia se deben crear mecanismos que hagan de la administración una actividad altamente eficiente.

Llegó la hora de soltar amarras, este invierno nos ha brindado la posibilidad de navegar hacia un territorio más seguro frente a los fenómenos naturales. Determinemos en qué dirección debemos y queremos avanzar y todos a remar.

Este documento es una propuesta que se deja a consideración para ser analizada y discutida no con la intención de tener la razón, sino como un aporte para buscar la mejor dirección en que debemos seguir.

Pretender tener la razón nos priva de escuchar otras razones para que después, todos podamos tener la razón.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Enrique Pérez Arbeláez, Ph. Dr,** Hilea Magdalena, Contraloría General de la República, Bogotá, 1949

**Himat,** Proyecto Cuenca Magdalena–Cauca, Convenio Colombo Holandés, , 1977

**Juan Pedro Martín Vide,** Ingeniería de ríos, Ediciones UPC, 2002

**Chang, H. H. (1988).** Fluvial Processes in River Engineering, John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A

**Maza A.,J.A. y García F.,M. (1996).** "Estabilidad de Cauces", Cap. 12 del *Manual de Ingeniería de Ríos*, Series del Inst. de Ingeniería No. 582, UNAM, México

**Ordoñez Jaime Iván,** Duque Raquel (2000) Congreso Nacional de hidráulica, El concepto de ronda y su aplicación en el drenaje urbano



Instituto de Recursos Hídricos



Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías



Universidad Nacional de Santiago del Estero



Instituto Nacional del Agua



Subsecretaría de Recursos Hídricos



Agencia Nacional de Promoción Cient. y Tec.



Gobierno Prov. de Santiago del Estero



Ministerio de la Producción



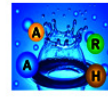
Secretaría del Agua



Secretaría de Desarrollo, Ciencia y Tecnología



Consejo Prof. de la Ingeniería y Arq.



Asociación Argentina de Recursos Hídricos



Asoc. Internacional de Investig. Hidroamb.



Comisión Regional del Río Bermejo



CORPORACION ARGENTINA TECNOLÓGICA s.a. INGENIERIA CIVIL E HIDRAULICA

