



Revista de Ingeniería

ISSN: 0121-4993

reingeri@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Franco Idarraga, Freddy Leonardo

Respuestas y propuestas ante el riesgo de inundación de las ciudades colombianas

Revista de Ingeniería, núm. 31, enero-junio, 2010, pp. 97-108

Universidad de Los Andes

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121015012007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Respuestas y propuestas ante el riesgo de inundación de las ciudades colombianas

## Responses and Proposals to the Risk of Flooding of the Colombian Cities

**Freddy Leonardo Franco Idarraga<sup>a</sup>**

### PALABRAS CLAVES

Ciudades colombianas, recuperación de ríos urbanos, riesgo de inundaciones.

### RESUMEN

Debido a la inadecuada conjunción de riqueza hídrica y desarrollo urbano, vivimos en constante tragedia, gastando enormes recursos en continuas reconstrucciones y en socorro a víctimas de inundaciones. Si bien las inundaciones urbanas son eventos a los que ningún país escapa, sus consecuencias pueden variar según las características de las ciudades y de las relaciones que tengan con sus corrientes de agua. Así, el presente documento, tras una revisión de estadísticas de desastres, de los conceptos básicos del riesgo y de la evaluación de las propuestas clásicas de la ingeniería, plantea algunas respuestas al porqué de este problema en Colombia y propone como solución una nueva forma de gestión de los ríos.

### KEY WORDS

Colombian cities, flood risk, urban river restoration.

### ABSTRACT

Due to the inadequate conjunction between water wealth and urban development, we are constantly having to deal with tragedy, spending huge resources on ongoing repair work on constructions and on helping the flood victims. However, no country is exempt from urban floods, its consequences may be vary according to the characteristics of the cities and their relationships with their bodies of water. After reviewing disaster statistics and the basic concepts of risk, and evaluating typical engineering proposals, this paper introduces some background to the problems in Colombia, and proposes a new form of river management as a solution.

<sup>a</sup> Ingeniero Civil. Doctorando en Tecnología y Diseño para el Medio Ambiente Construido, Politecnico di Milano. Docente, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales. Manizales, Colombia.

✉ flfrancoi@unal.edu.co, freddy.franco@mail.polimi.it

## INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son eventos “naturales” en muchos casos exacerbados por el hombre, debido a su efecto sobre el territorio. Es decir, el inadecuado urbanismo—tanto pasado como presente—sumado al explosivo crecimiento poblacional han expandido las ciudades de lugares “más o menos” seguros a lugares “definitivamente” inseguros, generando con todo ello graves problemas ambientales (en el conjunto natural y social).

En entornos urbanos, estos eventos son más notorios por las consecuencias sociales y económicas que conllevan: pérdidas de vidas humanas; de bienes económicos, culturales o naturales; gastos en apoyo a damnificados; inversiones de recuperación; disputas legales; descensos en la economía; incrementos en el valor de los seguros; desazón e incertidumbre general; etc. Razones que han hecho que la ingeniería aspire a hallar una solución o un modo de controlar las inundaciones.

En contraposición al pensamiento clásico, y aún actual, de dura intervención sobre los cuerpos de agua (operando sobre la amenaza) con el que no se han podido solucionar los problemas de riesgo hídrico, ha surgido una nueva ingeniería hidráulica y dentro de ella una gestión actualizada de los ríos: la llamada “*River Restoration* o Recuperación Fluvial”. Esta gestión, que día a día cobra más fuerza, propone actuaciones diversas ante los episodios de inundaciones (abatiendo la vulnerabilidad); disminuye así el riesgo hidráulico y, de paso, añade valores altamente preciados: mejor calidad del agua, posibilidades de recreación, incremento del valor inmobiliario, y mejora de la naturaleza y el paisaje.

## “ESCALAS” ESTADÍSTICAS CADA VEZ MÁS FOCALIZADAS

*“With population growth and migration to risky areas, natural disasters worldwide are rising rapidly. More striking, the economic losses from natural disasters have risen three times as fast as the number of disasters, worldwide” [1].*

El Plan de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en un documento publicado en 2004 [2], afirmó que las inundaciones afectaron más de 90 países y que, en éstos, alrededor de 196 millones de personas se hallaron expuestas a eventos de dimensiones catastróficas; respecto a las inundaciones menores “que no cobran vidas humanas pero obstaculizan el desarrollo” dijo que “un número igualmente elevado” de población está comprometido. En ambos casos, el PNUD considera que en un escenario de cambio climático, tales cifras seguramente aumentarían.

En 2007 un informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) [3] afirmó:

- Durante los últimos años la variabilidad climática (cambios importantes de la precipitación e incrementos de la temperatura) y la ocurrencia de eventos extremos han afectando severamente a Latinoamérica.
- Los eventos extremos relacionados con el clima se incrementaron en 2,4 veces en el período 2000 – 2005, en comparación con el lapso 1970 – 1999: se contabilizaron pérdidas por 20 billones de dólares en sólo el 19% de los eventos económicamente cuantificados.

Según los registros del Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar) de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), extraídos del *Atlas de las Dinámicas del Territorio Andino* [4], las inundaciones corresponden a un tercio de los registros entre 1970 y 2007, por lo que se constituyen en el fenómeno con efectos más recurrentes en el territorio CAN y, junto con los terremotos, en uno de los que más pérdidas de viviendas causa.

“Las inundaciones son los desastres más frecuentes en los países andinos (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) (...) registrando más de 16 millones de afectados y damnificados por inundaciones en los cuatro países (...) de estos, Colombia es quien posee más área agropecuaria expuesta, 120.000 Km<sup>2</sup>, y el segundo con mayor población vulnerable, con más de 5.2

millones de habitantes, superado sólo un poco por Perú”. Afirman igualmente que los eventos se incrementan “en períodos de intensificación de lluvias por fenómenos como El Niño y La Niña, por ejemplo en 1982-1983 y 1997-1998, en los que hubo un aumento ostensible de desastres en Ecuador y Perú, y en 1971 y 1999 en Colombia”, configurándose como “el modo dominante de variabilidad climática en Latinoamérica y (...) en el fenómeno natural de mayor impacto socioeconómico” [3].

Dadas las fechas, los mencionados estudios no alcanzan a reflejar el pasado período lluvioso 2008 (fenómeno Niña), que en Colombia, según DesInventar, generó 1.569 registros de emergencia; 90% de los cuales se debió a fenómenos hidrometeorológicos: inundaciones 58%, deslizamientos 20% y vendavales 12%. El año 2008 fue calificado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y los Ministerios Colombianos como el de “mayor población afectada en el último decenio” [5], lo cual generó a su vez un gran impacto económico, pues sólo los aportes del Fondo Nacional de Calamidades sumaron más de 67.000 millones de pesos, sin considerar las pérdidas económicas, materiales y sociales, o lo dejado de percibir.

Comparando inundaciones vs. terremotos, tsunamis o deslizamientos de tierra, en número de “víctimas mortales”, el resultado de las primeras es mucho menor respecto a los segundos. No obstante, si dicha comparación se realiza en “viviendas afectadas” o “viviendas destruidas”, los guarismos son mucho mayores para las inundaciones y “sus principales efectos, especialmente en viviendas y cultivos, inciden fuertemente en el incremento de la vulnerabilidad y el deterioro de las condiciones de vida de la población” [4].

Lastimosamente, las estadísticas de desastres se catalogan de forma genérica y a nivel municipal, lo que hace prácticamente imposible evidenciar las causas generadoras del evento y si las consecuencias, físicas

y económicas, se dieron a nivel rural y/o urbano. Los casos de inundaciones figuran a nombre del municipio, sin una discriminación específica del lugar y sin una glosa que explicite si se debió al desbordamiento de un cauce, a deficiencias del drenaje pluvial, a fallas en el alcantarillado o a una conjunción de estos factores.

No obstante, a pesar de la falta de detalle en la información, sí se considera la usual dinámica de transformación del territorio, la cual se da no sólo en Colombia (como se verá más adelante en la sección “Omisiones de la ingeniería, antes justificables... hoy a reevaluarse”). Es posible, entonces, inferir que buena parte del creciente riesgo hídrico —a través del incremento de la vulnerabilidad— se genera a raíz de las inadecuadas intervenciones ingenieriles en los cuerpos de agua y en los ciclos de ésta.

#### LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE RIESGO Y SU GESTIÓN INTEGRAL (IGUAL PARA INUNDACIONES)

*La existencia de desastres o de pérdidas y daños en general supone la previa existencia de determinadas condiciones de riesgo. Un desastre representa la materialización de condiciones de riesgo existentes [6].*

En un marco conceptual general, se dice que se está en riesgo si existen: una amenaza y unas condiciones de vulnerabilidad, tal que:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \otimes \text{Vulnerabilidad} \quad (1)^1$$

- Amenaza es la probabilidad —peligro latente— de ocurrencia en el futuro, en un sitio y tiempo definidos, de un fenómeno destructivo (natural, social y/o tecnológico) que genere impactos adversos en personas, bienes, producción, infraestructura y/o ambiente expuestos.

1 El símbolo  $\otimes$  significa “convolución”, operador matemático que transforma dos funciones en una tercera función que representa la magnitud de su superposición. Para el caso del riesgo y sus variables aleatorias, la convolución es la interacción de sus probabilidades de ocurrencia; en términos prácticos, se asume como una multiplicación.

- Vulnerabilidad es la predisposición que tiene la población y sus bienes de sufrir daños en caso de presentarse un acontecimiento peligroso; ésta depende del grado de exposición a la amenaza, de la calidad de las construcciones e infraestructura, del reconocimiento poblacional de la amenaza a la que se exponen, de su organización política y social, de la inserción de la prevención y mitigación de riesgos en la planificación física, y de la capacidad de actuación ante las emergencias.

Riesgo es, por tanto, una relación dinámica de la amenaza y la vulnerabilidad. Es un proceso que se sucede con el tiempo y la intervención humana, cuyos niveles se relacionan con el nivel de desarrollo de una sociedad y la capacidad que ésta tiene de modificar los factores que más inciden en él. En este sentido, los desastres son riesgos mal manejados, en los que las pérdidas y los daños que sufre una población serán mayores o menores según sea su grado de vulnerabilidad.

La gestión integral del riesgo es, entonces, el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza y/o la vulnerabilidad; con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes para que, con el paso del tiempo, puedan reducirse de manera significativa las intervenciones sobre los desastres que se sucedan. Para ello se requiere involucrar no sólo las entidades del Estado, sino fuerzas sociales, políticas e institucionales —tanto públicas como privadas— en una participación democrática y con suma de esfuerzos y responsabilidades, de acuerdo con el ámbito de competencia de cada cual.

Se ha adoptado esta visión, porque ahora se comprende que el riesgo es el problema fundamental y que el desastre es un problema derivado. Por ende, sus factores (amenaza - vulnerabilidad) se han convertido en los conceptos básicos en el estudio y la práctica de la problemática de los desastres, por la relación que los riesgos y los desastres guardan con los procesos y la planificación del desarrollo; es decir, con la problemática ambiental y el carácter sostenible (o no) del desarrollo. Es por ello que, tanto en Colombia como

en el resto de Latinoamérica, en las difusas fronteras rural-urbanas e incluso en lo ya establecido como ciudad, puede decirse que el mal urbanismo ha traído consigo nuevos riesgos que —sumados a los tradicionales (p.e. enfermedades) y bajo las múltiples circunstancias de pobreza, analfabetismo, marginación, etc.— se han agravado hasta convertirse en inundaciones, deslizamientos y demás.

Para los organismos internacionales, es claro que “países con un bajo Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, alta densidad demográfica local y gran exposición física, son los que sufren mayores riesgos de inundación” [2] y que “la carencia de estrategias de adaptación para enfrentar eventos extremos y riesgos de inundaciones y sequías se debe principalmente al reducido producto interno bruto, el incremento de población asentada en áreas vulnerables (...) y la falta de políticas, y estructuras institucionales y tecnológicas adecuadas” [3].

Es decir, la vulnerabilidad es el elemento clave del riesgo; más aún en países como Colombia, en los cuales la mitigación del riesgo, su transferencia y prevención dependen de la reducida capacidad del Estado. Vulnerabilidad que —por la violencia, la pobreza, la marginalidad y la falta de educación (típicas de los cinturones de pobreza de nuestras ciudades), mezcladas con los elementos naturales del entorno— se expresa en un número cada vez creciente de desastres, incluidos aquellos “menores” o de “riesgo extensivo” de gran impacto sobre el desarrollo y la continuidad de la vulnerabilidad, la cual a su vez provocó el siniestro.

“Todo riesgo está construido socialmente, aún cuando el evento físico con el cual se asocia sea natural” [7]. Esta lección ha sido tristemente aprendida en los últimos años, a través de tantos desastres dispersos por el territorio nacional que, en muchos casos, han obligado a las autoridades a reconocer la existencia de zonas de riesgo y a actuar en consecuencia. Labor en la cual aún no se han dado los pasos de la planificación al efectivo monitoreo y aviso, y de la incompleta intervención tras la emergencia a la consciente cultura preventiva.

## ALGUNAS RESPUESTAS AL PORQUÉ DE LAS INUNDACIONES URBANAS EN COLOMBIA

*“Las relaciones entre urbanización y riesgo son muy complejas y claramente específicas según el contexto. La urbanización no tiene necesariamente que aumentar los riesgos, si se organiza adecuadamente, puede contribuir a reducirlos” [2].*

Del informe PNUD del 2004 sobre la reducción de riesgos de desastres [2], se extraen los siguientes ítems generadores de riesgos urbanos:

- Ciudades que por múltiples circunstancias fueron fundadas en sitios bajo amenaza o que se expanden en tales direcciones.
- La inadecuada transformación del espacio de las ciudades y del que las rodea, lo que a su vez genera nuevos riesgos debido al incremento de la vulnerabilidad.
- Las múltiples circunstancias que generan concentración demográfica (vulnerabilidad) en lugares peligrosos (amenaza).
- La exclusión social y política de la población migrante o desplazada, que les limita el acceso a recursos, aumentándoles la vulnerabilidad.

Así pues, algunas ciudades colombianas están construidas en, o poseen, o transforman, sitios propensos a desastres, por las siguientes razones:

1. Fueron fundadas en lugares bajo amenaza porque en su momento se apreciaron más las ventajas del sitio que sus posibles riesgos. Para muchas ciudades asentadas en valles fluviales o deltaicos inundables, fue y sigue siendo primordial la disponibilidad de agua y tierra fértil; otras se establecieron para contar con puertos en costas o a orillas de ríos, debido a la importancia económica, política o militar del medio acuático (p.e. Barranquilla, Medellín, Montería, Riohacha, Cali, Cartagena, Villavicencio, Neiva).
2. Conforme fueron creciendo —con población predominantemente de bajos ingresos— las ciudades traspasaron los que en un principio fueron sitios “seguros”, sin incluir conocimiento ambiental ni mucho menos gestión de riesgos; así, el proceso

urbanizador que involucró masivas modificaciones del territorio —alterándolo física, química y biológicamente— se hizo sin empleo de medidas de mitigación de impactos (p.e. Manizales, Ibagué, Pereira, Popayán, Armenia, Sincelejo, Tunja).

3. Hoy día, la continua urbanización involucra pocas o inadecuadas medidas ambientales, de gestión o de mitigación de los riesgos, especialmente para el sector de bajos ingresos, puesto que los espacios con amenazas bajas o se agotaron, o son inalcanzables por su costo (p.e. Bogotá, Manizales, Medellín, Pereira, Valledupar, Villavicencio, Bucaramanga).

Desarrollando estos tres puntos tenemos:

Para la fundación de las primeras ciudades colombianas, hace más o menos quinientos años, los conquistadores españoles se rigieron por las “Leyes de Indias”, las cuales imponían lugares planos, de clima adecuado, con provisión de agua y posibilidades para cultivos y ganado; no obstante, fue tornándose importante la posición estratégica, las vías de comunicación y la existencia de mano de obra indígena. En el siglo XIX, debido a los desplazamientos de colonos al interior del país en busca de nuevas fronteras agrícolas, se dio una segunda oleada fundacional, en la que algunos de los antiguos criterios de trazado continuaron, con ciertos cambios en los emplazamientos [8]. Sin embargo, en ambos períodos “Los lugares escogidos fueron en general adecuados para poblaciones de tamaño reducido, en comparación con el gigantismo urbano que caracteriza nuestra época” [9].

Pero fue a partir de los años 50 del siglo pasado —a raíz de los ya conocidos factores sociales, políticos y económicos— que las ciudades colombianas aumentaron su ritmo de crecimiento en población y área, expandiéndose en forma desordenada y ocupando lugares expuestos a amenazas naturales en detrimento del patrimonio ambiental. Tanto así, que puede decirse que las ciudades fueron “sorprendidas” por el desmesurado desarrollo físico que en pocos años —y en sitios sin condiciones— duplicó e incluso triplicó el número de habitantes.

Una complementación a la explicación del porqué fundadores y colonizadores escogieron emplazar ciudades en lo que hoy definimos como “zonas de riesgo” deba, quizás, buscarse en el desconocimiento, la ausencia de crónicas y la inexperiencia (dado que no tenían más que el sentido común para intuir las amenazas). No obstante, fue a partir de la segunda mitad del siglo pasado —cuando gobiernos, urbanizadores formales y piratas, e invasores de tierras, empezaron a salirse de los “cautos límites” al construir en terrenos no aptos y al exponer la población a múltiples riesgos— que empezó a evidenciarse la aún presente debilidad gubernamental para proporcionar adecuadas soluciones de vivienda a una población que continúa solicitándolas, además de la falta de control sobre el territorio, las condiciones y calidades de construcción y los mecanismos del mercado.

El proceso urbanístico que en los países del viejo mundo lleva tomando tantos años, en Colombia se ha dado en un período corto y bajo condiciones muy diferentes. Esto ha traído consecuencias económicas y sociales, similares a las vividas en otros países en vías de desarrollo: déficit de empleo, informalidad económica, violencia, carencias en vivienda, falencias en servicios públicos y sociales, y aumento de la vulnerabilidad ante fenómenos naturales: “La situación ambiental de las ciudades está directamente relacionada con los problemas que conlleva el acelerado proceso de urbanización” [6].

“América Latina y el Caribe es la región con mayor cantidad de habitantes urbanos del mundo en desarrollo. Sin embargo, el sector urbano presenta enormes disparidades en la región, con naciones que están dominadas por grandes urbes donde habitan entre 25% y 55% de los habitantes, por una parte, y una multitud de pequeños municipios que a menudo no se sustentan en forma independiente, por la otra” [10]. Colombia no es ajena a este proceso, ya que con una ingente migración del campo a la ciudad en los últimos 70 años multiplicó por más de cinco su población y alternó los porcentajes de habitantes urbanos

y rurales, mucho antes de las previsiones de los organismos internacionales.

Este crecimiento poblacional generó un uso extensivo e intensivo de los ríos y sus llanuras, lo cual interrumpió sus procesos naturales, perdiéndose hábitats y deteriorándose las riberas y las aguas: en resumen, se ejerció una gran presión sobre los recursos hídricos. En dicho “desarrollo”, la importancia del buen funcionamiento del ambiente, la riqueza ecológica en flora y fauna, y los valores naturales o culturales que pudieran poseer los recursos hídricos fueron sistemáticamente ignorados, dado que se optó por la generación de energía, la irrigación o el transporte de residuos, con una tradicional visión de dominación del hombre sobre la naturaleza.

En nuestro caso, los problemas no se dan por la ausencia de leyes, políticas o planes, sino incluso por su profusión y, más aún, por su desarticulación y falta de implementación y seguimiento. Existen los mecanismos legales, pero tanto en gestión del recurso agua, como en gestión del territorio, los sistemas son laxos y desasociados en sí mismos y, en mayor medida, entre ellos. Éste es el caso de las rondas hídricas [11], cuya indefinición normativa se presta a diversas interpretaciones: (1) sin consideraciones técnicas en crecientes, (2) de propiedad legal, (3) de posibilidades de uso; lo que, sumado a la debilidad en el ejercicio de la autoridad, ha portado a la ocupación de estas rondas hídricas y, con ello, al aumento de la vulnerabilidad, fuera de la degradación en la calidad del agua.

Todo desarrollo urbano estará siempre ubicado en el ámbito de una cuenca, “pero ello implica el compromiso tanto de la administración local como de quienes pretenden ocuparlas, en un proceso de planificación y uso que respete el ecosistema” [12]. No obstante, esto no ha sucedido y muchas ciudades de Colombia son propensas a inundaciones, no sólo por su ubicación y crecimiento desmedido y desorganizado, sino por los incorrectos procesos de urbanismo. De allí que todo esto se traduzca en un incremento del riesgo, a través del incremento de la vulnerabilidad, pues “Los desas-

tres no son fenómenos de la naturaleza por sí misma, sino el resultado de desequilibrios en la relación entre las dinámicas de lo natural y lo humano (...), procesos que aumentan las condiciones de vulnerabilidad ante los desastres” [4].

#### OMISIONES DE LA INGENIERÍA, ANTES JUSTIFICABLES... HOY A REEVALUARSE

*“La aproximación clásica nació en un contexto histórico en el cual tenía sentido, hoy sin embargo presenta límites inaceptables y debe ser drásticamente modificada, si no abandonada” [13].*

Además de lo anterior, en Colombia como en el resto del mundo, se ha empleado una “ingeniería” desarrollada en un época de visión localista, en la que se contaba con suficiente espacio a disposición y los impactos antrópicos eran relativamente contenidos, por lo que no se prestaba suficiente atención a los efectos de las obras (aguas arriba, aguas abajo o en el tiempo). Hoy día, las circunstancias han cambiado, sin embargo, permanecen muchas de tales propuestas de ingeniería:

- Ganar territorio a las aguas y/o recuperarlo mediante filtros, desecaciones, rellenos para hacerlos “útiles” a la agricultura y la construcción: Lo que ha llevado a ocupar el espacio natural de los cuerpos de agua restringiéndolos a una dimensión mínima y alterando los regímenes de escorrentía —debido al incremento de la impermeabilidad de las superficies cubiertas— de modo tal, que los flujos que antes eran superficiales y subterráneos difusos hoy sólo son superficiales concentrados. Con esto, no sólo se abaten los niveles de aguas freáticas, sino que se contaminan las aguas superficiales, por arrastre de residuos y eliminación de la posibilidad de filtración efectuada por el suelo.
- Contener el agua, limitando el cauce mediante muros, jarillones y terraplenes para impedir el paso del agua a tierras cultivables o habitadas: Se trata de obras calculadas con escasos períodos de retorno,

pues siempre existirá un evento superior a aquel previsto; obras con múltiples condiciones —como rugosidad y sección— que son difícilmente permanentes en el tiempo; obras que no consideran la drástica reducción de la capacidad de laminación, resultante de separar el río de su llanura de inundación, y el consecuente incremento del riesgo de inundación aguas abajo; y, por último, obras con comportamiento inelástico a las solicitaciones estructurales que implica una creciente, como mayor probabilidad de colapso. Pero las cuales, bajo una ficticia impresión de seguridad, invitan a la población a habitar a su sombra.

- Reducir la fuerza erosiva de las aguas, estabilizando el cauce y sus márgenes mediante espolones, trampas de sedimentos, diques y muros de contención: La erosión es un fenómeno normal y necesario, al que las corrientes hídricas contribuyen dosificando y transportando los materiales que aguas abajo construirán nuevos territorios. No obstante, inadecuados usos del suelo y/o cauces intervenidos desestabilizan este proceso, ante lo cual la ingeniería ha respondido con obras de infraestructura que han generado más erosión, en forma de socavación (p.e. espolones, muros, diques), o que han interrumpido por completo el proceso (trampas de sedimentos, diques, presas) al obstruir la continuidad longitudinal natural de los ríos.
- Defender el territorio, desaguando lo más rápido posible al aumentar la velocidad de evacuación: Esto se ha logrado al rectificar el trazado de los cauces —canalizándolos o entubándolos—, al hacer geométricas y más profundas las secciones, al alisar los materiales y, finalmente al eliminar todos los obstáculos. Lo anterior sin considerar que un cauce más recto —sin meandros—, de mayor pendiente —igual desnivel en un tramo más corto— y liso —por materiales, uniformidad o ausencia de vegetación— acelera su flujo y concentra los picos de inundación, haciendo que la corriente sea más agresiva, con mayor capacidad de arrastre y, en general, más peligrosa; sin mencionar el grave impacto



que, sobre fauna, flora, flujos superficiales y subterráneos de agua, genera la impermeabilización.

- Aumentar la sección de transporte del cauce mediante el dragado del lecho: Esta acción impacta el equilibrio geomorfológico en una porción mucho mayor que la dragada, con los consecuentes: merma del transporte sólido, descenso del nivel freático, desestabilización de orillas, contaminación de las aguas, destrucción de los hábitats del lecho y pérdida de orilla, afectación directa a la fauna y flora acuáticas, y riesgo de descalce y caída de puentes. Ante lo cual, el río en busca de un nuevo equilibrio o transporta nuevo material para rellenar el vacío —debiendo con el tiempo repetirse el dragado y sus impactos— o incide su lecho y se estrecha, lo que agrava los impactos.
- Acumular el volumen de las avenidas en azudes, embalses y represas, para luego laminarlo: Si bien son altamente impactantes, éstas son obras capaces de acoger crecientes y reducir el riesgo de inundación, pero esto depende de su monitoreo, control y operación; puesto que si, con suficiente anticipación, no cuentan con un adecuado volumen vacío de almacenamiento, la creciente puede aumentar el nivel del embalse, haciendo más peligrosa la inundación, para no hablar de las catastróficas consecuencias de un colapso en sí de la presa o el deslizamiento de sus vertientes.

Un sistema como el anteriormente descrito requiere de monitoreo y mantenimiento, continuos y detallados, de tal modo que se pueda garantizar el control de la situación; sin embargo, estas tareas implican un nivel de costos que los hace irrealizables, por lo que al final las obras siempre presentan problemas de gestión. Un análisis económico completo de un sistema como éste debería considerar (1) el costo de las obras anteriores, incluyendo las inexistentes e ineficaces; (2) los gastos en reasentamientos y auxilios a damnificados; (3) las inversiones en nuevas obras, luego insuficientes o perdidas; y (4) la gestión de todo, en un ciclo continuo y creciente.

Con lo anterior puede afirmarse que una ingeniería así es ineficaz y antieconómica, puesto que, aún cuidando al máximo los detalles y minimizando los impactos ambientales, por su concepción las obras que propone son funcionales sólo en aquellas ocasiones por debajo de las previsiones calculadas. Por tanto, son totalmente inadecuadas e incluso perjudiciales durante los cada vez más frecuentes eventos extraordinarios.

#### UNA AVANZADA Y AVEZADA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

*«Great rivers and coasts have the most temperate climates, the fisheries, and the transportation. It is futile to intone, as one scientist does, “do not keep the water from the people, but the people from the water” ».* [1]

Una nueva forma de gestión de los cursos de agua, que desde otra óptica enfrenta los riesgos y de paso mejora la calidad del agua y del entorno fluvial en sí, es la llamada “*River Restoration o Recuperación fluvial*”. Según el European Centre for River Restoration (ECRR) esta gestión se refiere a la “multiplicidad de medidas que apuntan a restablecer el estado natural y el funcionamiento de los ríos y sus ambientes de ribera, proporcionando el marco para un uso sostenible (...), procurando satisfacer al mismo tiempo los objetivos socio-económicos de la población” [14].

Una definición más amplia de esta gestión por parte del Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale (CIRF) es: “conjunto integrado y sinérgico de acciones y técnicas, aún de tipo diverso (del jurídico-administrativo-financiero al estructural), que lleva un curso de agua, con su territorio más estrechamente conexo (“sistema fluvial”), a un estado lo más natural posible que, siendo capaz de desplegar sus características funciones ecosistémicas (geomorfológicas, físico-químicas y biológicas) y dotado de mayor valor ambiental, busque satisfacer al mismo tiempo incluso objetivos socioeconómicos” [13].

La idea base de la restauración fluvial es: los “ríos que ecológicamente están mejor, pueden satisfacer

incluso mejor, otros objetivos” [13], incrementando la seguridad, permitiendo la actividad antrópica y reduciendo los costos de gestión e intervención.

En otras palabras, se propende por devolverle al río la gestión que éste —de forma natural—haría de su energía y, en la medida de lo posible, restituirle espacio para discurrir y divagar, disipando su poder. De esta forma, se reducen los daños en infraestructuras y viviendas, y se logra el desmonte de los continuos costos ascendentes que significan la permanente construcción y reconstrucción de obras de defensa y soporte a damnificados.

La visión de la recuperación fluvial sobre el riesgo hidráulico se refiere a que “en donde sea posible” es más sensato alejarnos nosotros y que ciertas zonas retornen a ser del río, dejándole espacios para que lleve a cabo sus procesos naturales de transformación y transporte de energía y materia. Lo cual implica un pensamiento diverso al tradicional porque “favorece la dinámica geomorfológica natural, posiblemente guiándola, promoviendo inundaciones difusas, no dramáticas, disminuyendo la velocidad de la corriente donde quiera que sea posible, reteniendo el agua sobre o/en el terreno para distribuirlo en un tiempo más largo” [13].

Debe entenderse, entonces, que la restauración fluvial no es un sentimental regreso al pasado en natura, sino un nuevo modelo de gestión de las corrientes hídricas, basado tanto en aspectos ambientales como en aspectos socioeconómicos, porque apunta:

- Al ahorro de recursos que no requerirán ser gastados en las frecuentes y cada vez mayores reconstrucciones y soporte a damnificados.
- A la mitigación del riesgo a través de la disminución de la vulnerabilidad, al modificar la infraestructura y trasladar a los pobladores a zonas de bajo riesgo.
- Al incremento en la cantidad y calidad del agua natural, gracias a la mejora en los procesos de autodepuración, ahorrando a su vez costos de aprovisionamiento y tratamiento.

- A nuevas y mejores actividades productivas, a través del turismo, el incremento del valor inmobiliario, los servicios ambientales, etc.
- A mejoras en la calidad de vida, por medio del incremento del espacio público y, con él, la recreación y la seguridad, vista desde la psicología y la justicia ambiental.

Mediante el impulso, adopción y empleo de acciones y técnicas, que en materia de riesgo hídrico:

- Eviten y disminuyan la vulnerabilidad de personas y bienes al:
  - Limitar la innecesaria expansión urbanística, retornando a sectores seguros poco densificados y prefiriendo modelos más compactos de ocupación del territorio.
  - Legislar en restricciones al uso del suelo, con retiros de cauces acordes a las inundaciones posibles en tiempos de retorno más holgados.
  - Promover la relocalización concertada, sobre todo de las viviendas en alto riesgo declarado.
  - Generar acuerdos de intercambio, áreas de riesgo por zonas verdes para cesión pública.
  - Manejar el territorio con continuidad, empleando los anteriores criterios a todo lo largo de las astas fluviales.
- Procuren restablecer el equilibrio geomorfológico al:
  - Restituir espacio para que el río desborde e inunde, es decir, garantizando la faja de divagación del cauce.
  - Aprovechar toda posibilidad para amortiguar la energía, ampliando naturalmente las secciones y empleando las rocas y la vegetación como frenos naturales.
  - Eliminar lo más posible las estrecheces impuestas con entubamientos, canalizaciones, puentes, muros, terraplenes, etc.
  - Movilizar los aportes sólidos fisiológicos, retornándole al cauce los sedimentos extraídos y/o retenidos.
  - Aumentar la capacidad de laminación e infiltración.

ción en la cuenca, aumentando la cobertura vegetal y disminuyendo la cubierta impermeable.

- Manejar de la vegetación de las orillas con mantenimiento continuo, y no con eliminación total de ésta.
- Limiten las intervenciones de protección-regularización y, en las necesarias, adopten técnicas ambientalmente más compatibles al:
  - Revisar y ampliar los periodos de retorno hasta ahora empleados, por unos más generosos y seguros.
  - Optar por verdadera bioingeniería: terraplenes vegetados e integrados en el paisaje, espolones enterrados en rocas no cementadas, rampas a cambio de diques.
  - Mantener y mejorar la naturaleza, conservando las riquezas histórico-culturales, el paisaje y la belleza que posea el cauce.
  - Aprovechar toda oportunidad para restituir o recrear la naturaleza autóctona del lugar.
- Permitan convivir con el riesgo al:
  - Informar, sensibilizar y educar a la población sobre lo que representa el cauce en cuanto al riesgo, pero también en cuanto a oportunidades.
  - Dotar de sistemas de alerta con monitoreo continuo en tiempo real, a cargo de instituciones estables.
  - Potenciar las organizaciones de protección, pero sin suplir la prevención con la atención de la emergencia.
  - Activar mecanismos incentivantes (compensaciones) y des-incentivantes (sanciones) a quienes cumplan o no las limitaciones consensuadamente impuestas.
  - Responsabilizar a los habitantes de sus acciones y hacerlos apropiados del cauce como parte imprescindible de su territorio.
  - Asegurar inmuebles públicos y privados, mediante pólizas de seguros comunales o municipales.
  - Adecuar edificios e infraestructuras para que sean menos vulnerables a las inundaciones.

Estas acciones requieren una significativa inversión inicial y un costo socio-político elevado, que reportan beneficios en ítems difícilmente cuantificables, pero

de amplia aceptación, tales como: ahorro de recursos, disminución del riesgo, mejoras en la seguridad y en el ambiente. Como ya sucede después de intervenciones en España, Francia, Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, Dinamarca, Holanda; países que ya recurren a esta filosofía, incluso en algunos como política nacional [13, 14].

## CONCLUSIONES

En la gestión del riesgo, la vulnerabilidad es el elemento clave. De allí que sea el punto sobre el cual la ingeniería de hoy —ambientalmente consciente— sabe, puede y debe actuar; dejando de enfrentar los riesgos —a través de vanos intentos de disminución de las amenazas— y disminuyendo las vulnerabilidades sociales e institucionales. Lo cual, en un contexto de cambio climático, se hace más lógico y sensato, técnica y financieramente.

Para el desarrollo del país y de la gestión del riesgo de inundación, es necesario considerar que muchos de los fenómenos naturales amenazantes se desencadenan más que por el agua, por el mal manejo que le damos a ella y al territorio.

A fin de compatibilizar nuestras ciudades con las normales crecientes de los ríos, debemos equiparnos de una mejor planificación, que vele por los intereses colectivos y se apoye en incentivos a quienes la cumplan y desincentivos —con eficaces procedimientos sancionatorios— a quienes no. Acompañado todo ello de un monitoreo realizado en gran parte por la misma comunidad y, definitivamente, con la transformación de la infraestructura existente.

En un país como Colombia, donde todavía no se han dado las grandes modificaciones al territorio que ya sucedieron en otros países, la “*River Restoration* o Recuperación Fluvial” ayudaría, junto a un buen uso del territorio, a evitar los errores cometidos en otras latitudes. Así, en términos de riesgo hidráulico, de calidad del agua y de salud de los ecosistemas, apropiarse

o no “ahora” de esta nueva gestión de los ríos puede producir una sustancial diferencia en el futuro.

Por último, este documento, además de presentar la recuperación fluvial como una posible solución al problema de las inundaciones en Colombia, pretende resaltar la importancia y la necesidad de una visión integrada ambiente-planificación, no sólo para las nuevas transformaciones urbanas, sino para lo ya existente: entendiendo los impactos, ejecutando las acciones para mitigarlos e, incluso, compensando las alteraciones realizadas en el pasado. Lo importante es que en el sector de la planificación y en el de la gestión urbana se trabaje integralmente sobre el territorio-ambiente, es decir, que ambas se vean y entiendan en la complejidad y amplitud del “ambiente”.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **C. Perrow.**

*The Next Catastrophe, Reducing Our Vulnerabilities to Natural, Industrial, and Terrorist Disasters.* New Jersey: Princenton University Press, 2007.

[2] **Plan de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.**

*La reducción de riesgos de desastres: un desafío para el desarrollo.* USA: John S. Swift Co., 2004.

[3] **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático PCC.**

*Cambio climático 2007 - Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación de América Latina.* Lima: Pull Creativo S.R.L., 2008.

[4] **Comunidad Andina de Naciones CAN.**

*Atlas de las dinámicas del territorio andino: población y bienes expuestos a amenazas naturales.* Cali: 2009.

[5] **Departamento Nacional de Planeación y Ministerios Colombianos.**

*Cartilla guía: Plan de acción para el manejo de las emergencias causadas por la presente ola invernal.* Bogotá: 2008.

[6] **O.D. Cardona.**

*“La gestión del riesgo colectivo” En Manizales: de frente al futuro.* Bogotá: Alcaldía Municipal de Manizales 2002 - 2005 y Panamericana Formas e Impresos S.A., 2005.

[7] **O.D. Cardona.**

“Variabilidad climática, vulnerabilidad y desastres menores”. En *Boletín Ambiental*, N° 59. Instituto de Estudios Ambientales - IDEA, Universidad Nacional de Colombia — Sede Manizales, 2007.

[8] **J.E. Esguerra.**

*Caminos y fundaciones, eje Sonsón-Manizales.* Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, 2004.

[9] **M. Hermelin.**

*Entorno Natural de 17 ciudades de Colombia.* Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2007.

[10] **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA.**

*Asentamientos Humanos en América Latina y el Caribe.* Ciudad de Panamá: PNUMA, 2003.

[11] **M.A. Pérez Rincón, J.H. Rojas, Grupo CINARA - Universidad del Valle.**

*Hacia el Desarrollo Sostenible en Colombia.* Bogotá: Senado de la República, Universidad Nacional de Colombia, Serie “Documentos de política pública Piensa Colombia: los aportes de la academia”, Tomo 1, Vol. 3, 2008.

[12] **G.A. Agredo.**

“El proceso de urbanización de las cuencas hidrográficas” En *Boletín Ambiental*, N° 58. Instituto de Estudios Ambientales - IDEA, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, 2007.

[13] **Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale CIRF.**

*La riqualificazione fluviale in Italia: linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio,* Nardini, A.Sansoni, G. Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (CIRF), 2006. Disponible en: [www.cirf.org](http://www.cirf.org)



LSE buildings on the Aldwych Marzo 2007. Andrea Lampis.

**[14] European Centre for River Restoration ECRR.**

*European Centre for River Restoration - Addressing Practitioners.*

Lelystad, 2008. Disponible en: [www.ecrr.org](http://www.ecrr.org).

**[15] M. González del T. y D. García de J.**

*Restauración de ríos: guía metodológica para la elaboración de proyectos.* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente,

Gobierno de España, 2007.