

## DEFINICIÓN DE RETIROS EN CUENCAS URBANAS DEL VALLE DE ABURRÁ

**Jaime I. Vélez, Humberto Caballero, Aurelio Arango, Ricardo A. Smith,  
Claudia C. Rave, Amilkar D. Alvarez, Luis F. Montes y Dimas Escobar**

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

*Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*

*jivelez@unalmed.edu.co*

Recibido para evaluación: 11 de Julio de 2003 / Aceptación: 25 de Septiembre de 2003 / Recibida versión final: 10 de Octubre de 2003

### RESUMEN

Los retiros a las corrientes de agua se refieren a zonas alrededor de los cauces que los contiene y en las que se imponen restricciones sobre el uso del suelo y algunas intervenciones antrópicas. Tradicionalmente se ha normativizado la zona de retiro como una franja definida por líneas paralelas a ambos lados de la corriente y a una distancia predefinida de los bordes del cauce en condiciones de máxima inundación. Para las corrientes naturales, la definición adoptada tiene grandes problemas desde el punto de vista práctico y operativo para la determinación, reglamentación y vigilancia de las áreas de retiro debido a la dinámica de los cauces y su continua transformación, la asimetría de las secciones de los cauces, y a que el alineamiento es de carácter bidimensional. Se propone en este trabajo una metodología para la definición de los retiros en cuencas urbanas altamente intervenidas, en función de elementos tales como: capacidad hidráulica del río, estabilidad de márgenes y taludes del cauce, franjas para zonas ornamentales y recreación pasiva, franjas de terreno para la extensión de redes de servicios públicos, zonas para la circulación, vías vehiculares o peatonales, zonas de amortiguación para la protección de los ecosistemas en los cauces y las riberas y acceso al cauce y a las zonas de amortiguación para su mantenimiento.

**PALABRAS CLAVES:** Retiros, Amenaza, Restricción al Uso, Zona de Dominio de Aguas.

### ABSTRACT

Hydrologic flood plains are referred to areas around the streams where restrictions to the use of the land are imposed. Traditionally hydrologic flood plains has been defined as an area contained between two parallel lines to the main stream at a distance determined by maximum flood conditions. For natural streams that definition has some important practical problems for its determination, regulation and surveillance due to the stream flows dynamics and its continuous transformation, the asymmetric form of the river beds, and that the alignment has bi-dimensional considerations. In this work a methodology to define hydrologic flood plains in urban areas is proposed as a function of variables such as: flow channel capacity, river bed and scarps stability, recreational areas, areas for public utilities network, circulation areas, roads and walks areas, areas for ecosystems protection, and others.

**KEY WORDS:** Hydrologic Flood Plains, Land Use Restrictions, Flood Plains.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los retiros a las corrientes de agua se refieren a unas zonas alrededor de los cauces Y en las que se imponen restricciones sobre el uso del suelo y algunas intervenciones antrópicas. Su definición es muy importante dentro del ordenamiento del suelo en una cuenca por lo cual se realiza a continuación una evaluación crítica de la metodología tradicional para la definición de retiros, enmarcando la propuesta realizada en este trabajo.

Tradicionalmente se ha relacionado la zona de retiro como una franja definida por líneas paralelas a ambos lados de la corriente y a una distancia predefinida de los bordes del cauce en condiciones de máxima inundación. *“Se entiende por zona de retiro la faja de terreno paralela a las líneas de máxima inundación o al borde superior del canal natural o artificial”* (Estatuto de usos del suelo del Valle de Aburrá - Normatividad para los retiros a quebradas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el artículo 98 parágrafo 1.)

La legislación colombiana estipula que la zona de retiro debe incluir entre otros elementos:

- La zona del cauce, el lecho y las márgenes evidentes de la corriente para el flujo de aguas máximas promedias. Conocida en la morfología como bancallena. En esta zona excepto la recreación pasiva no se puede hacer ninguna intervención antrópica sin la autorización específica de la autoridad ambiental.
- En el contexto de la prevención de desastres en la zona de retiro se debe incluir toda el área donde la dinámica del cauce y su flujo constituyen factores de riesgo. Así se considera la zona donde en las grandes crecidas de la corriente los niveles del agua o las velocidades del flujo determinan la existencia de condiciones de amenaza hidrológica alta. En esta zona no se pueden construir edificaciones permanentes o de ocupación permanente, ni se pueden hacer modificaciones en el terreno que puedan obstaculizar o modificar el flujo de las aguas y sus sedimentos durante las crecidas.
- La zona donde la estabilidad de las márgenes y las riberas constituyen amenaza geotécnica alta.
- Las zonas *del dominio de las aguas y sus cauces* que

según *Decreto ley 2811 de 1974. Art. 83* «salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del estado». Según éste mismo decreto se habla de una distancia de hasta 30 metros.

- La zona para la conservación y mantenimiento de las quebradas la cual no se puede incluir dentro del cerramiento.
- En relación con la protección y conservación de los bosques, donde se tiene cobertura boscosa, la zona de retiro incluye las áreas forestales protectoras en la que dentro del predio se debe mantener la cobertura boscosa. Estas áreas definidas según el **DECRETO 1449 DEL 27 DE JUNIO DE 1977** son:
  - a. Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia.
  - b. Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua.

El Decreto 345 de 2000 por el cual se adoptaron los documentos técnicos de soporte del Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín en el Anexo No 3, establece la metodología para determinación de retiros a corrientes naturales de agua para el Valle de Aburrá. En ésta norma se establece la distancia de retiro como la suma de los retiros hidrológicos y geotécnicos asociados a la dinámica de las corrientes, y de otros retiros por consideraciones de tipo urbanístico, así: *R1: Retiro Hidrológico; R2: Retiro Geológico; R3: Zona de servicios regional; R4: Parque lineal de quebrada; R5: Zona de Circulación*, donde el retiro será la suma de *R1 + R2 + R3 + R4 + R5*. Para la estimación de estos el Decreto se basa en la representación geométrica del cauce por un trapezoide ideal y requiere, en primer lugar, el trazo de una línea imaginaria por el eje del trapezoide. Tomando la distancia de retiro a partir del eje, la misma a cada lado, se definen las líneas imaginarias que enmarcan la zona de retiro.

Para las corrientes naturales, la definición adoptada por la normas señalada tiene grandes problemas desde el punto de vista práctico y operativo para la determinación, reglamentación y vigilancia de las áreas de retiro por las siguientes razones:

- No existe una referencia física, objetiva y permanente del eje imaginario en el tiempo. Los cauces naturales están en continua transformación; En el proceso de transporte de agua y sedimento, los ríos migran lateralmente formando el cauce sobre sus depósitos. Así su alineamiento es variable en el tiempo. Uno de los elementos que caracteriza el cauce es la línea de mayor profundidad conocida como talweg, la cual migra lateralmente con el tiempo, producto de los diferentes caudales que transitan por el cauce. Durante las crecidas se puede definir un nuevo alineamiento para el talweg producto de la socavación del lecho.
- La sección del cauce es asimétrica, en consecuencia no es posible definir una única línea media del cauce como la mitad del ancho, ya que por ejemplo, dicha línea sería relativa al caudal transitante. Si se redefinie la línea en esos términos, los retiros cambiarían continuamente en el tiempo y el espacio.
- El alineamiento de los cauces es de carácter bidimensional, lo cual hace que referenciar los retiros como distancias simétricas a una sola línea imaginaria, no represente adecuadamente las características geométricas y del flujo en los tramos curvos.

Por las razones descritas anteriormente, lo que debe establecerse como *retiros* es una zona o porción de terreno aledaña al cauce y que lo contenga completamente. Esta franja debe determinarse mediante la *superposición* de una serie de parámetros asociados a la dinámica del río y a las necesidades del hombre frente al mismo y las zonas aledañas.

Estas franjas se definirán por polígonos amarrados a la red geodésica con coordenadas y puntos de control en el terreno. La precisión con que estas franjas sean referidas depende fundamentalmente de la escala a la cual se haga el análisis y a la calidad y cantidad de información disponible para la estimación de las diferentes variables involucradas en la definición del retiro.

En esta propuesta metodológica se conservará parcialmente el esquema propuesto en el Decreto. A cada uno de los retiros *R*, se tendrá asociada una franja o polígono, tal que la zona de retiro a la corriente se constituirá por la zona producto de la superposición de *R1* y *R2*, sumado a la unión de *R3*, *R4* y *R5*.

La zona de retiro y las restricciones de uso del suelo deben determinarse considerando los siguientes elementos

que se ven atendidos con la definición de una o varias distancias de retiro *R* consideradas.

1. Capacidad hidráulica del río *R1*
2. Estabilidad de márgenes y taludes del cauce *R2*.
3. Fajas para zonas ornamentales y recreación pasiva. *R4*
4. Fajas de terreno para la extensión de redes de servicios públicos. *R3*
5. Zonas para la circulación, vías vehiculares o peatonales. *R5*
6. Zonas de amortiguación para la protección de los ecosistemas en los cauces y las riberas. Debe quedar incluida en *R1*, *R2* y *R4*.
7. Acceso al cauce y a las zonas de amortiguación y demás zonas de retiro para su mantenimiento debe quedar garantizado por los distintas componentes *R1*, *R2*, *R3*, *R4* y *R5*

Para el desarrollo de esta propuesta metodológica se tuvieron en cuenta diferentes reglamentaciones internacionales para la determinación de zonas de retiro. Es importante tener en cuenta que las legislaciones deben desarrollarse para las características y necesidades propias de cada país, y no aplicarse directamente las normas extranjeras. Así la construcción de esta propuesta y dentro de ella la definición de *R1* y *R2*, está basada en las características hidrológicas y geomorfológicas propias de las corrientes colombianas y especialmente las corrientes en el Valle de Aburrá, teniendo en cuenta los aspectos de mayor relevancia de las diferentes normas consultadas, aplicables a nuestro medio.

## 2. DEFINICIÓN DE RETIROS

### 2.1. Retiro Hidrológico (*R1*)

La determinación del retiro hidrológico *R1* a los cauces está determinado por *existencia de amenaza alta de inundación* que por efecto del tránsito de las crecientes se tenga en las inmediaciones del cauce. La definición de la creciente de referencia en la delimitación del retiro, es en este punto, una reflexión interesante cuando las cuencas objetivo del estudio, comprenden grandes zonas urbanas en las cuales la prioridad será la protección de la vida humana.

El concepto de período de retorno involucra tanto la frecuencia como la magnitud del evento. Así, se pueden

relacionar la magnitud de la creciente a la que se está dispuesto a exponerse con el periodo de recurrencia de los eventos de esta magnitud. Así, la mancha de inundación para la creciente con periodo de retorno de 100 años, producto del modelamiento hidrológico - hidráulico definirá el retiro hidrológico a la corriente en estudio. Con base en ello se determina la amenaza de inundación en la cuenca, la cual sirve como base para la delimitación del retiro.

La estimación de los caudales máximos para los distintos períodos de retorno se hace con metodologías adecuadas de la práctica de la hidrología. En todo momento se debe tener en cuenta la incertidumbre derivada de la calidad y la precisión de la información disponible, la pertinencia y la aplicabilidad de los modelos hidrológicos, la representatividad en la cuenca de los elementos considerados para la determinación de los parámetros de los modelos, etc. Con base a la valoración de la incertidumbre y con objetividad y prudencia se deben incluir márgenes y factores de seguridad en la cuantificación de los caudales. Adicionalmente, y mientras no se incorpore al análisis el tránsito de sedimentos, es recomendable incrementar el caudal obtenido con un volumen derivado del aumento del nivel por presencia de sedimentos y escombros en el flujo.

El modelamiento hidráulico y en consecuencia la determinación de las manchas de inundación se hará considerando condiciones de flujo gradualmente variado. El modelamiento hidráulico se realizará respondiendo a las características geomorfológicas de la cuenca y del cauce, las cuales modifican y condicionan el régimen de flujo y la estabilidad misma del cauce. Se proponen entonces diferentes consideraciones para definir la amenaza en las zonas geomorfológicamente diferenciables de la cuenca: zona de montaña, zona de transición o abanico aluvial, y llanura de inundación.

Para la *llanura de inundación*, las características geomorfológicas del cauce y la planicie y por tanto la interacción de estos con el flujo, permiten tener ciertos niveles de tolerancia, con la inundación. La *amenaza* será *alta* si en la mancha de inundación de la crecida de 100 años de periodo de retorno se presentan condiciones para *daños severos o graves y/o pérdida de vidas*, lo que ocurre cuando se superan ciertos *umbrales para el nivel*

*o para la velocidad del flujo* como se muestra en la Figura 1 (Universidad Nacional, 2003). En la *zona de transición o en la zona de montaña de la cuenca*, no se acepta ninguna tolerancia para los niveles y velocidades del flujo obtenidos, así que se considera en *amenaza alta toda la zona que coincide con la mancha de inundación de la crecida de 100 años*.

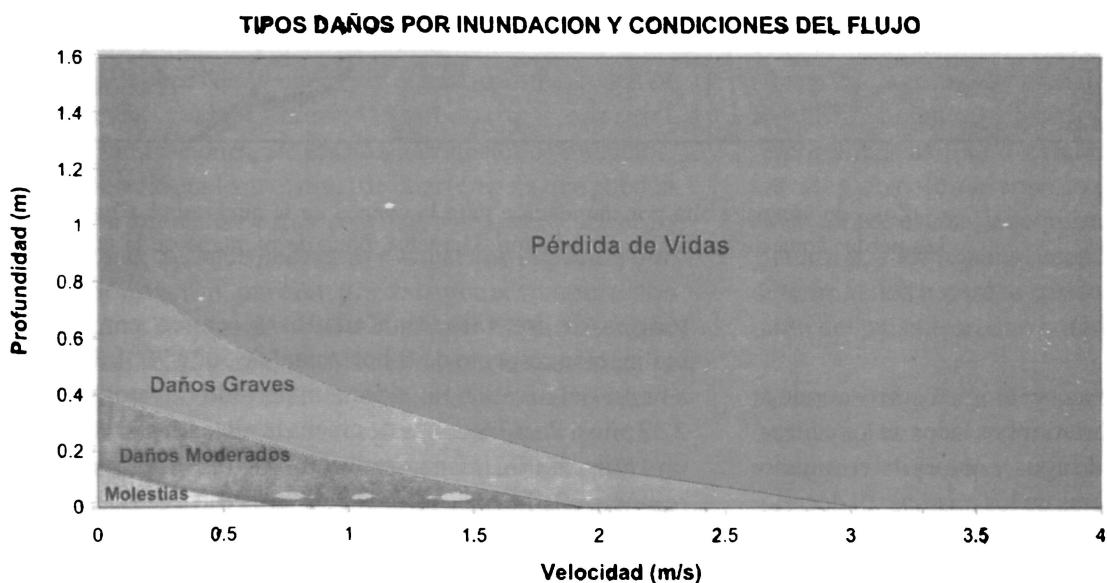
En la Figura 2 se presentan las manchas de inundación estimadas para el cauce de la quebrada La Iguaná. En la Figura 3, se presentan las zonas clasificadas de amenaza alta por inundación para la misma quebrada. Nótese que en la zona de llanura de inundación la zona de amenaza alta no coincide con la mancha de 100 años de periodo de retorno, sino que esta contenida dentro de ella y fue estimada a partir de las combinaciones velocidad – profundidad enunciadas (Figura 3 izquierda). En la zona de montaña (Figura 3 derecha), la mancha de inundación corresponde exactamente con la mancha de inundación para la creciente de 100 años de periodo de retorno.

El terreno cubierto por la mancha de inundación para 10 años de periodo de retorno será definido como cauce activo y por tanto de dominio del flujo, así las únicas intervenciones posibles serán tareas de mantenimiento del estado del cauce y capacidad hidráulica adecuada. La franja comprendida entre las mancha de inundación para 10 años y el retiro hidrológico *R1*, y que además esté exenta de amenaza o retiro geológico, puede ser utilizable para actividades recreativas o paisajísticas, pero queda restringida para el uso residencial o de servicios. Los usos permitidos en estas zonas aledañas al cauce mayor serán tales que los daños potenciales producidos por una creciente sean bajos sin obstruir el flujo de la creciente.

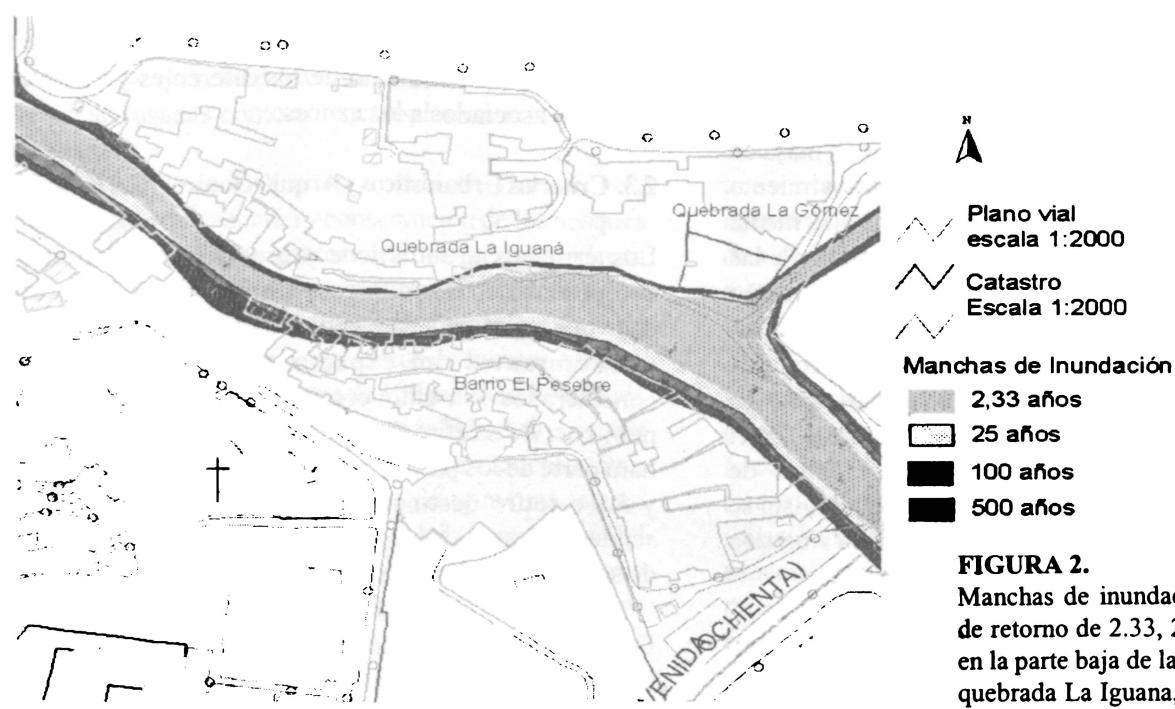
La incertidumbre asociada a la definición del retiro hidrológico esta asociada a dos aspectos: la escala de los mapas en la que fue definido el retiro y los procedimientos metodológicos para el cálculo de los caudales y otras variables necesarias. La reducción de la incertidumbre por cualquiera de los factores mencionados, estará ligada al mejoramiento de la información base. Los procedimientos metodológicos asumidos en el cálculo hidrológico – hidráulico requerirán, para la disminución de la incertidumbre, de mayor y mejor información hidrológica de las variables de interés en cuanto a densidad de información y longitud de los registros.

Una inundación muy prolongada puede poner en riesgo la salud humana y, en general, la infraestructura sanitaria en la zona, lo cual redundará nuevamente en la afectación de la salud y la calidad de vida de la comunidad asentada en la zona. La consideración de la amenaza sanitaria asociada a la inundación, como una parte fundamental para la definición del riesgo

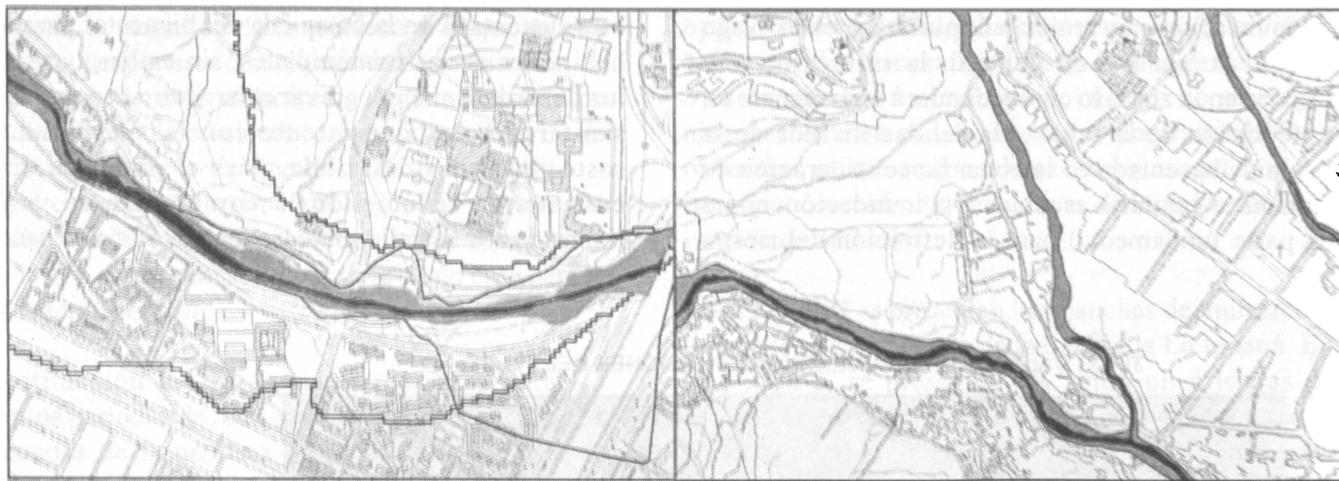
está sustentada en la búsqueda del bienestar para los habitantes de las comunidades, sin embargo, y a la luz del ordenamiento, gravar el territorio con un retiro sanitario no es consistente con las políticas de sostenibilidad y desarrollo, pues el problema debe enfrentarse reduciendo la contaminación, y no limitando el desarrollo sobre las zonas aledañas al cauce.



**FIGURA 1.**  
Relación profundidad - velocidad del flujo durante la crecida y el riesgo involucrado para las planicies de inundación.



**FIGURA 2.**  
Manchas de inundación para períodos de retorno de 2.33, 25, 100 y 500 años en la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana, zona urbana de la ciudad de Medellín, Colombia. Convenciones indicadas.



**FIGURA 3.**  
Zona de amenaza alta por inundación para la cuenca de la quebrada La Iguaná.  
Izquierda: zona de llanura de inundación. Derecha: Zona de montaña de la cuenca

## 2.2. Retiro Geológico (R2)

El retiro asociado a la amenaza geológica corresponde a una franja de terreno ubicada en ambos lados de los cauces de las corrientes naturales de agua y que es determinado por la estabilidad de las laderas de los mismos. El decreto 2857 de 1981 establece que este retiro se define con base en una superficie de falla teórica en el talud a  $45^\circ$  respecto a la horizontal, mientras no se hagan estudios geotécnicos de la estabilidad de las laderas.

La propuesta presentada consiste en asociar la determinación del ancho de la franja de retiro R2, a la zonificación de la amenaza por movimientos en masa en las márgenes de los cauces. La amenaza por movimiento en masa será evaluada cualitativamente como alta, media o baja en función a las características intrínsecas de las márgenes del cauce y siguiendo el enfoque geomorfológico. El procedimiento para dicha zonificación contempla un reconocimiento de campo en la zona de estudio de los diferentes procesos que actúan, tanto en sus laderas como en las quebradas que la drenan. En el artículo "Evaluación del Riesgo en cuencas urbanas" de Vélez et. al., 2003, presentado en esta misma revista se amplia la metodología para la evaluación de la amenaza por movimiento en masa.

En las zonas en las que la amenaza por movimientos en masa sea baja, no se considerará retiro por estabilidad de las laderas. Para las zonas de amenaza media se establecerá un retiro dado por una superficie de falla

teórica de los taludes aledaños al cauce con una inclinación respecto de la horizontal de  $50^\circ$  a  $70^\circ$  trazada a partir del nivel de flujo para un período de retorno de 2,33 años. Para las zonas de amenaza alta, se establecerá un retiro de la misma manera, con una inclinación respecto a la horizontal de  $45^\circ$ , para la misma creciente considerada. Cuando las quebradas sean el límite entre zonas con diferentes niveles de amenaza, a cada una de sus laderas se les debe hacer el análisis correspondiente según lo expuesto anteriormente. Los ajustes mencionados deben ser hechos con base en la observación directa y el conocimiento de los diferentes y posibles procesos asociados a los cauces.

## 2.3. Criterios Urbanísticos y Arquitectónicos (R3, R4 y R5)

Los criterios urbanísticos y arquitectónicos tienen competencia en tres diferentes componentes del retiro, dado que se pretende integrar los cauces como elementos estructurantes del espacio urbano. Los retiros considerados son entonces R3 o retiro para servicios públicos, R4 o retiro destinado a la reforestación y que hará parte de los parques lineales de las fuentes de agua y R5 o retiro destinado a la construcción de vías y senderos peatonales y paso de redes para el suministro de servicios públicos a las poblaciones vecinas.

La norma vigente fija una franja de tres (3) metros para la instalación de colectores de aguas residuales. Se propone mantener este retiro, R3, a ambos lados de las diferentes fuentes de agua. Se reservan estas franjas por

fueras de las áreas de amenaza alta inundación y por movimientos en masa. Cualquier tipo de infraestructura física o elemento de vegetación que se localice dentro de esta margen estará afectada ante la posibilidad de una intervención. Dicho retiro es consistente con el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de la ciudad y es especial con el plan de Saneamiento de la ciudad que propone la instalación de colectores a los largo de las principales corrientes de agua

A fin de garantizar la subsistencia de las redes, estas franjas deberán tener en cuenta el paso de otras redes de servicios tales como acueducto, energía, telecomunicaciones, oleoductos, gasoductos o poliductos. Es necesario analizar el nivel de interferencia que puedan llegar a presentar estas redes con respecto al retiro planteado. Se hace necesario evaluar los impactos que esta ocupación parcial puedan generar sobre los colectores en caso de ocurrir cualquier evento. Aunque no se considera incompatible el paso transversal de la red vial, se requiere evaluar los impactos que se produce sobre la circulación, ante el cruce de esta franja de retiro. El retiro destinado a la reforestación y que conforma los parques lineales de las fuentes de agua, *R4*, se considera a partir del límite exterior dejado por la franja de retiros para la instalación de servicios públicos o *R3*, en una franja de terreno no inferior a diez (10) metros de ancho a ambos lados de cada una de las fuentes de agua. Las áreas localizadas entre las manchas de inundación de 10 y 100 años y que estén exentas de amenaza geológica, pueden ser usadas como zona complementaria en usos paisajísticos.

La norma sobre protección y conservación de los bosques (Decreto 1449, 1997) establece los bosques como áreas protegidas y obliga los propietarios a mantener en cobertura boscosa dentro del predio, especialmente en las siguientes zonas: los nacimientos de fuentes de agua (en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda medidos a partir de su periferia), a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua (una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas del nivel máximo medio del agua). Estos retiros se consideran fundamentales, pues es a partir de ellos que se construye una opción de calidad ambiental que ayuda a disminuir los impactos generados por la contaminación de la ciudad, mejora la calidad de vida de los pobladores y colabora en la reducción del estrés de la población. Esta área de

retiro debe entonces cumplir con los siguientes objetivos: servir de amortiguación a la circulación vehicular, servir de área de protección de la quebrada, complementar el desarrollo de parques lineales de las quebradas, como sistema estructurante del área urbana y generar áreas de disfrute visual y paisajístico.

Los aspectos a analizar para definir esta franja de retiros (*R4*) son los siguientes: pendientes del terreno, valoración ambiental y paisajística, incluyendo las unidades de conservación adscritas al Sistema de Parques Nacionales (Reservas, Parques Nacionales, Santuarios de Fauna y Flora, Área Natural Única), áreas naturales que por su importancia han sido catalogadas como ecosistemas estratégicos, los elementos de valor arqueológico existentes en el área, las edificaciones de valor patrimonial y cultural, y los lugares reconocidos por la comunidad o determinados por expertos como balcones o miradores tanto del paisaje urbano como natural.

En resumen, y dada la importancia de la definición de esta franja de aprovechamiento paisajístico, se fijan las siguientes restricciones de uso:

**Usos permitidos:** *Forestal de protección y Usos relacionados con la recreación*, tales como placas polideportivas, senderos peatonales, siempre y cuando no requiera de estructuras complejas o que puedan ser arrasadas por el agua. **Usos restringidos:** *Paso de redes de servicios*, tales como redes de alta tensión, gasoducto, oleoducto o poliducto, antenas de transmisión radial, siempre y cuando cumplan con las demás exigencias presentadas por la Ley. **Usos prohibidos:** *usos industriales, usos comerciales, usos residenciales usos de servicios* (a excepción de equipamientos recreativos mencionados anteriormente). Índice de ocupación = 0 e Índice de construcción = 0

La baja oferta de suelos para la construcción y los índices de crecimiento de la ciudad por efectos de la migración hacen que las áreas de retiro de las fuentes de las quebradas se conviertan en áreas óptimas para la invasión, actual o futura. El análisis de las franjas y muy especialmente las áreas destinadas a la conformación del paisaje urbano deberán ser sometidas a estudios preliminares tendientes a revisar la potencialidad del suelo para ser ocupado. Deberá trazarse sobre la cartografía existente las áreas más susceptibles a ser ocupadas por cualquier tipo de urbanización y plantear medidas

educadoras que garanticen el óptimo aprovechamiento de los parques lineales como lugares de esparcimiento de la ciudad, donde por sus condiciones espaciales y ambientales no se convierta en atractivo para ser ocupadas o invadidas por vivienda.

Finalmente los retiros consideran un área destinada a la construcción de vías y senderos peatonales y paso de redes para el suministro de servicios públicos domiciliarios, correspondiente a *R5*. Estos retiros se sitúan por fuera de las áreas de amenaza geológica, hidrológica y las áreas destinadas a paso de infraestructura de servicios públicos y parques lineales (Retiros *R1*, *R2*, *R3* y *R4*). El dimensionamiento de estas franjas deberá ser proporcional al tipo de vía que se proyecte y en esta propuesta y para el Valle de Aburrá, se elaboran pautas para la definición del ancho de las vías en función a la pendiente (Universidad Nacional, 2003), así:

- En terrenos donde las pendientes de las franjas de retiro varían entre 0% y 7% la margen será de 10.50 metros, para el paso de tres carriles, siempre y cuando las condiciones del Plan Vial así lo requieran. Esta situación se presenta básicamente en las partes bajas del Valle y los retiros deberán coincidir con los planteamientos aprobados para el río Medellín (66 m de retiro) y para los principales pares viales propuestos en las diferentes quebradas, los cuales deberán mantenerse en 10.50 m para la vía además de otras exigencias viales establecidas en el Código de Policía.
- En terrenos donde las pendientes se sitúen entre 7% y 15%, los retiros deberán fijarse en 7.0 m para el paso de dos carriles, siempre y cuando el Plan vial aprobado por el municipio, o en su defecto el Plan Parcial o PIOM de la microcuenca así lo defina. A este retiro

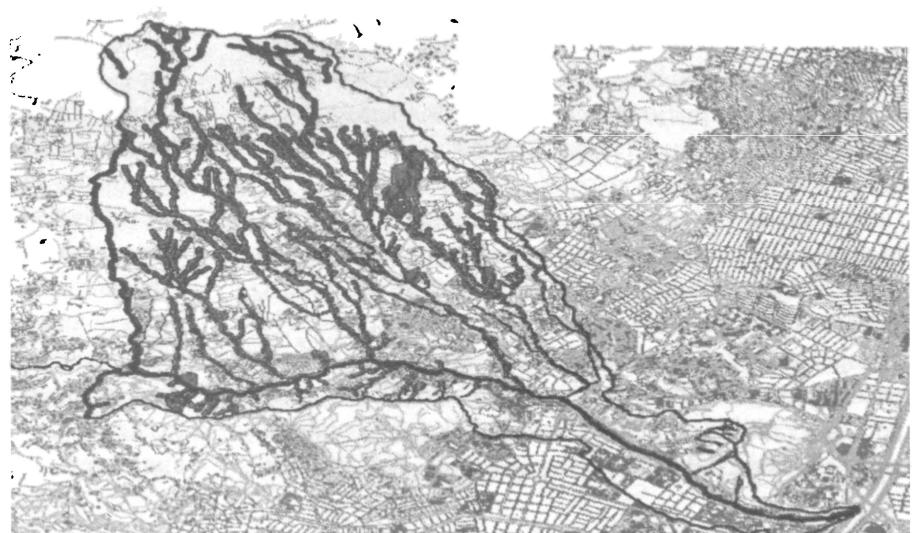
debe sumarse el retiro de tres (3) m establecido para las redes de servicios domiciliarios.

- En terrenos con pendientes entre 15% y 30%, ante la dificultad que presenta la urbanización de un terreno de este tipo, el retiro se propone de tres (3) m, permitiendo el paso de vías peatonales o que eventualmente puedan llegar a ser carreteables. Igualmente, deberá mantenerse el retiro para el paso de servicios domiciliarios, el cual no deberá ser inferior a tres (3) m.
- En terrenos donde la cuenca es muy pequeña, menor de 1.0 Km<sup>2</sup> la consideración de vías se hace injustificable, a menos que el POT o el Plan Parcial de la zona así lo requiera.

A fin de evitar extracostos en la instalación, reparación y/o reposición de redes de servicios, es recomendable que estas franjas permitan el paso de las redes. Así, mientras mas cerca se encuentren las redes de abastecimiento de las zonas urbanizables, menor es el costo de instalación.

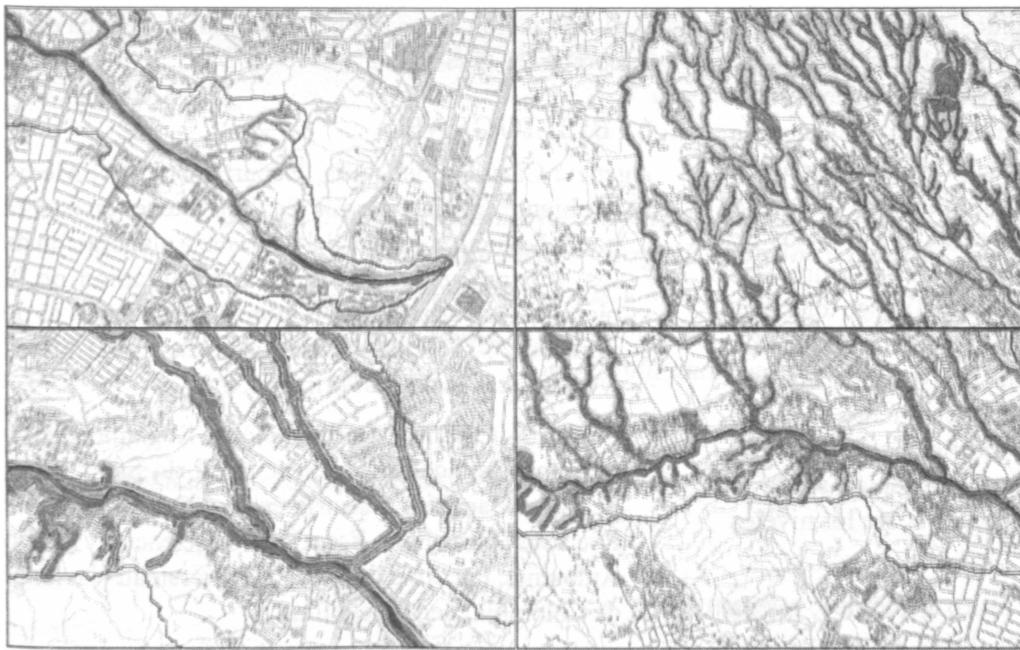
### 3. APLICACIÓN

La metodología propuesta se aplicó a la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana ubicada en la zona urbana de la ciudad de Medellín, en la parte central del costado occidental del Valle de Aburrá, Colombia. Se definieron los retiros para esta microcuenca tal como se muestra en la Figura 4. En las Figuras 5 y 6 se pueden ver, respectivamente, acercamientos del mapa de retiros en diferentes zonas de la cuenca. En la Figura 6, se presenta en detalle la definición de retiros sobre una zona de la cuenca en el cruce de la carrera 65 sobre la quebrada La Iguaná.



**FIGURA 4.**

Mapa de retiros para la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana, zona urbana de la ciudad de Medellín, Colombia.



**FIGURA 5.**

Acercamientos a las zonas de retiro para la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana.

Arriba izquierda: Llanura de inundación de la cuenca zona urbana.

Arriba derecha: Zona de montaña de la cuenca, área rural.

Abajo: zona de montaña de la cuenca. Izquierdo: Barrios el pesebre, Robledo.

Derecha: Barrios Santa Margarita, Olaya Herrera, Blanquizal, Vallejuelos



**FIGURA 6.**

Detalle de la definición de los retiros en la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana, zona urbana de la ciudad de Medellín, Colombia. Retiros al cauce. Convenciones indicadas.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se establecieron las razones por las cuales las hipótesis base de la reglamentación vigente en la mayoría de las ciudades de Colombia para la delimitación y definición de retiros de corrientes de agua no son adecuadas. Para

corregir las falencias en dicha reglamentación se realiza una propuesta metodológica que integra algunos elementos muy importantes relacionados con las dinámicas naturales de las corrientes, y que en general son más consistentes con la visión de sostenibilidad, base del ordenamiento territorial.

Algunos de los aspectos incluidos en la metodología propuesta incluyen: la necesidad de hacer un estudio integral de toda la cuenca considerando la geomorfología de la cuenca y los procesos dinámicos más relevantes, la definición de retiros por las manchas de inundación producto del modelamiento hidráulico del flujo y el establecimiento de la frecuencia de los eventos de inundación para delimitar y definir el área de retiro y las zonas con restricción al uso de acuerdo al riesgo tolerable, la zonificación de la amenaza de inundación en función de la velocidad y profundidad del flujo estimadas sobre la planicie de inundación y el modelamiento del flujo considerando las obstrucciones (edificaciones, obras de infraestructura, puentes, etc.) ya existentes sobre la planicie para determinar su incidencia sobre los niveles de inundación esperados.

La definición del retiro R2 o retiro geológico, queda vinculado a la zonificación de la amenaza por movimientos en masa realizada en la cuenca y resultado del estudio integral de la misma, y fija para la definición del mismo, franjas teóricas menos conservadoras que el decreto actual y sujetas al reconocimiento de campo y al conocimiento geotécnico y geomorfológico que se tenga de las márgenes del cauce.

Respecto a los retiros concernientes a los criterios urbanísticos y arquitectónicos, se realiza una propuesta acorde con el objetivo de lograr un entorno urbano articulado donde los cauces de las quebradas son elementos fundamentales del equilibrio ambiental de la ciudad y los reconoce como un eje cultural de referencia para la comunidad. El retiro R3 ayuda a disminuir los impactos generados por la contaminación de a ciudad, mejora la calidad de vida de los pobladores y colabora en la reducción del estrés de la población. R4 y R5 buscan ser ejes estructurantes para el adecuado flujo de servicios de la ciudad. Al respecto se proponen franjas más amplias en función de las necesidades de accesibilidad a las diferentes cuencas de la ciudad y se es coherente con los planes de saneamiento del río Medellín.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Mi Río y a la Secretaría del Medio Ambiente de la ciudad de Medellín y a la corporación autónoma regional CORANTIOQUIA por el apoyo brindado en el análisis y propuesta metodológica para la definición de retiros en cuencas altamente intervenidas, dentro del proyecto Metodología para los Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo - PIOM -

y su Aplicación a la parte baja de la Microcuenca de la quebrada La Iguaná.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Catalana del Agua, Departamento del Medio Ambiente, 2002. Criterios técnicos a tener en cuenta por la Agencia Catalana del Agua en la elaboración de los informes preceptivos en la tramitación de la planificación urbanística. [Online]. Actualizado 15 de julio de 2002, [citado 15 de julio de 2002] <http://www.gencat.es/aca/cat/principal.htm>

Arbelaez, A. C., 2001. Delimitación y Reglamentación de Zonas Inundables. Aplicación al río San Carlos. Tesis de Maestría. Maestría en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 1998. Estatuto de usos del suelo del Valle de Aburrá - Normatividad para los retiros a quebradas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el artículo 98 párrafo 1.

Gutiérrez, A. y Mejía, R., 1996. "Normativa para la preservación de los cauces naturales en México". En: XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Guayaquil: [s.n].

OEA (Organización de Estados Americanos),, 1999. "Flood Hazard Mapping and Vulnerability Assessment. Caribbean Disaster Mitigation Project". Washington.

Universidad Nacional de Colombia, CORANTIOQUIA, Instituto Mi Río, 2003. Diseño de la Metodología para la Formulación de Planes de Ordenamiento y Manejo de Microcuenca - PIOM - y su aplicación a la parte baja de la Cuenca de la quebrada La Iguana. Informe Final. Medellín, Colombia.

Vélez, J. I., 2001. Desarrollo de un Modelo Hidrológico Conceptual y Distribuido Orientado a la Simulación de las Crecidas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.