



**ELABORACIÓN DE FICHAS Y FORMULACIÓN DE INDICADORES
PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS
QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO**

CONTRATO NO. 231 DE 2001

INFORME FINAL

ORIGINAL

CONTRATISTA

MARÍA VICTORIA BAQUERO P

MEDELLÍN, ENERO DE 2002

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
1. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE TRAMOS EN LAS QUEBRADAS	1
2 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	2
2.1 ESQUEMA: CAUSAS – EFECTOS - IMPACTOS	3
2.2 ESTRUCTURA DEL INDICADOR	12
2.3 INDICADORES PROPUESTOS	13
2.4 HOJA METODOLÓGICA DEL INDICADOR	14
3 INSTRUCTIVO PARA DILIGENCIAR LA FICHA DE ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO	16
3.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.	16
3.2 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN CAMPO.	18
4 LISTA DE ABREVIATURAS	35
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXO 1	

INTRODUCCIÓN

El Municipio de Medellín está conformado por una densa red hidrográfica donde el Instituto Mi Río ha desarrollado, mediante Planes Integrales de Ordenamiento, actividades para el manejo del recurso hídrico, en las diferentes microcuencas que conforman la hoya del Río Medellín.

El Instituto Mi Río ha considerado importante, para la priorización de la problemática ambiental en las corrientes de agua, definir y unificar los criterios que se deben tener en cuenta para la subdivisión de una quebrada en tramos, lo cual hace necesario a su vez formular indicadores asociados a dicha problemática ambiental en los cauces y zonas de retiro de las quebradas, por acciones antrópicas y fenómenos naturales.

Por lo tanto el presente trabajo pretende ser un programa piloto para definir los criterios que permitan dividir las quebradas en tramos y estructurar los indicadores ambientales de la cuenca para identificar la problemática ambiental de acuerdo a un levantamiento básico de información. Por último pretende presentar una propuesta de ficha que permita realizar dicho levantamiento bajo unos parámetros que se establecen en un instructivo para su diligenciamiento.

La formulación metodológica del presente estudio fue el producto de la interacción de conocimientos, experiencias, percepciones y vivencias de un grupo de expertos interdisciplinarios quienes con sus aportes y participación contribuyeron a la construcción de los elementos que sustentan esta formulación y definición.

Los procesos aquí formulados para determinar la problemática ambiental se constituyen en un aporte esencial de la planificación que permite evaluar una condición inicial que está generando un impacto en detrimento de la calidad de vida de la población o sobre el recurso agua, posteriormente serán el principio para la creación de la base de datos relacionados con el Sistema de Información Geográfico Institucional de Mi Río.

1. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE TRAMOS EN LAS QUEBRADAS

El concepto de subdividir las corrientes naturales de agua en tramos constituye una herramienta que facilita el análisis donde se tenga en cuenta las más importantes situaciones antrópicas y naturales que intervienen en la dinámica propia de este recurso natural, sin olvidar la visión integral de la cuenca como sistema.

Mediante evaluación de los diferentes estudios realizados sobre las cuencas y sus corrientes se generaliza el análisis asociado al tipo de obras que se presenta a lo largo del cauce o a una longitud determinada, fragmentando la información asociada que no permite un seguimiento a la problemática del cauce y sus retiros.

En el contexto del modelo de organización espacial o Proyecto de ciudad definido en el Plan de Ordenamiento Territorial se destaca la importancia que tiene el sistema hidrográfico. Continuando con este modelo, se presenta además la clasificación del suelo donde se definen características propias y homogéneas que permiten establecer las categorías del suelo en Urbano, de Expansión, Rural y Suburbano.

Con base en lo antes descrito la clasificación del suelo actuará como criterio fundamental para la división general en tramos de una quebrada, generando por tanto un análisis macro en: Tramo Urbano, Tramo de Expansión, Tramo Rural y Tramo Suburbano, subdivisiones que tienen implicaciones con proyectos asociados a las corrientes de agua según localización en la categoría del suelo.

Esta división general requiere a su vez una nueva división en subtramos que permitan un análisis más detallado de las presiones y problemáticas a las que está sometido este recurso agua. Es así como se plantea una división en subtramos teniendo en cuenta el grado de intervención o modificación que se ha realizado al canal natural y la posibilidad de observar su comportamiento hidráulico que permita evaluar las condiciones de estado y capacidad, además de otras problemáticas asociadas mediante un levantamiento de información básico en campo.

Los subtramos por lo tanto estarían clasificados así: Canal natural (sin intervención antrópica), Canal Artificial Abierto (canalizaciones en forma de U, en V, canal trapezoidal, muros de contención, gaviones) y Coberturas (Boxculvert, Tubería, Bóveda y coberturas de particulares sin dimensiones definidas). Durante el recorrido de campo la numeración de los subtramos estará dada por los diferentes tipos de obra que se encuentren. En un proceso posterior con las fichas debidamente diligenciadas se determinará el subtramo de análisis donde el criterio de selección estará definido por la condición del tipo de canal predominante. Por ejemplo, si en un subtramo de canal natural se encuentran unos subtramos constituidos por pasos viales, éstos quedarán inmersos o incluidos dentro del canal natural.

2 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES

El término de indicadores ha sido definido de diferentes maneras según los usos y los propósitos:

- 1) Variable hipotéticamente relacionada a una variable estudiada la cual no puede ella misma ser directamente observada (Chevalier 1992).
- 2) Medida que resume la información relevante de un fenómeno particular (McQueen y Noack, 1988).
- 3) Medida que hace que cierto fenómeno o tendencia sea perceptible o detectable (Bakkes 1994).
- 4) Parámetro o valor derivado de los parámetros que provee de información acerca del estado o situación de un fenómeno cuyo significado va más allá del valor directamente asociado al parámetro (OCDE 1993).

El tema de indicadores ya ha sido analizado en varios estudios contratados por el Instituto Mi Río y por entidades como Planeación Municipal en los cuales se ha avanzado en la definición de afectaciones o problemáticas asociadas a intervenciones técnicas, antrópicas o fenómenos naturales. Entre los estudios realizados para Mi Río está el denominado “Formulación de proyectos del Plan de Ordenamiento del Río Medellín y sus quebradas afluentes” (Integral 1996) y el de la firma Ingta “Evaluación y priorización de 200 puntos críticos en quebradas en la ciudad de Medellín”. (1997).

Otros estudios de Planeación Municipal que fueron consultados (Análisis de puntos críticos y evaluación de retiros, 1996 y Perfil Ambiental del municipio de Medellín, 2001) presentan algunas metodologías de evaluación tanto para corrientes de agua como para otros componentes ambientales del municipio de Medellín.

Los indicadores definidos en este estudio siguen algunos lineamientos de los estudios mencionados los cuales de una parte responden a una metodología apoyada en los estudios realizados por el Departamento de Planeación Nacional los cuales a su vez siguen la metodología de la OCDE (Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo) sobre Presión – Estado – Respuesta y por otra parte, se incorpora un sistema de retroalimentación de los datos y de evaluación de las quebradas después de realizado algún tipo de intervención. Es decir, permite evaluar el estado inicial y el estado final de la problemática después de un tiempo determinado.

La propuesta actual parte de un esquema denominado: Causas – Efectos – Impactos. De estos últimos se desprende la conformación de los indicadores del estado de un

subtramo, un tramo, la quebrada en su recorrido total y las corrientes que conforman la cuenca.

Los indicadores diseñados fueron definidos para cualquier tipo de cuenca ya que éste se constituye en un ejercicio piloto para ser difundido y aplicado en toda la red hidrográfica del municipio.

2.1 ESQUEMA: CAUSAS – EFECTOS - IMPACTOS

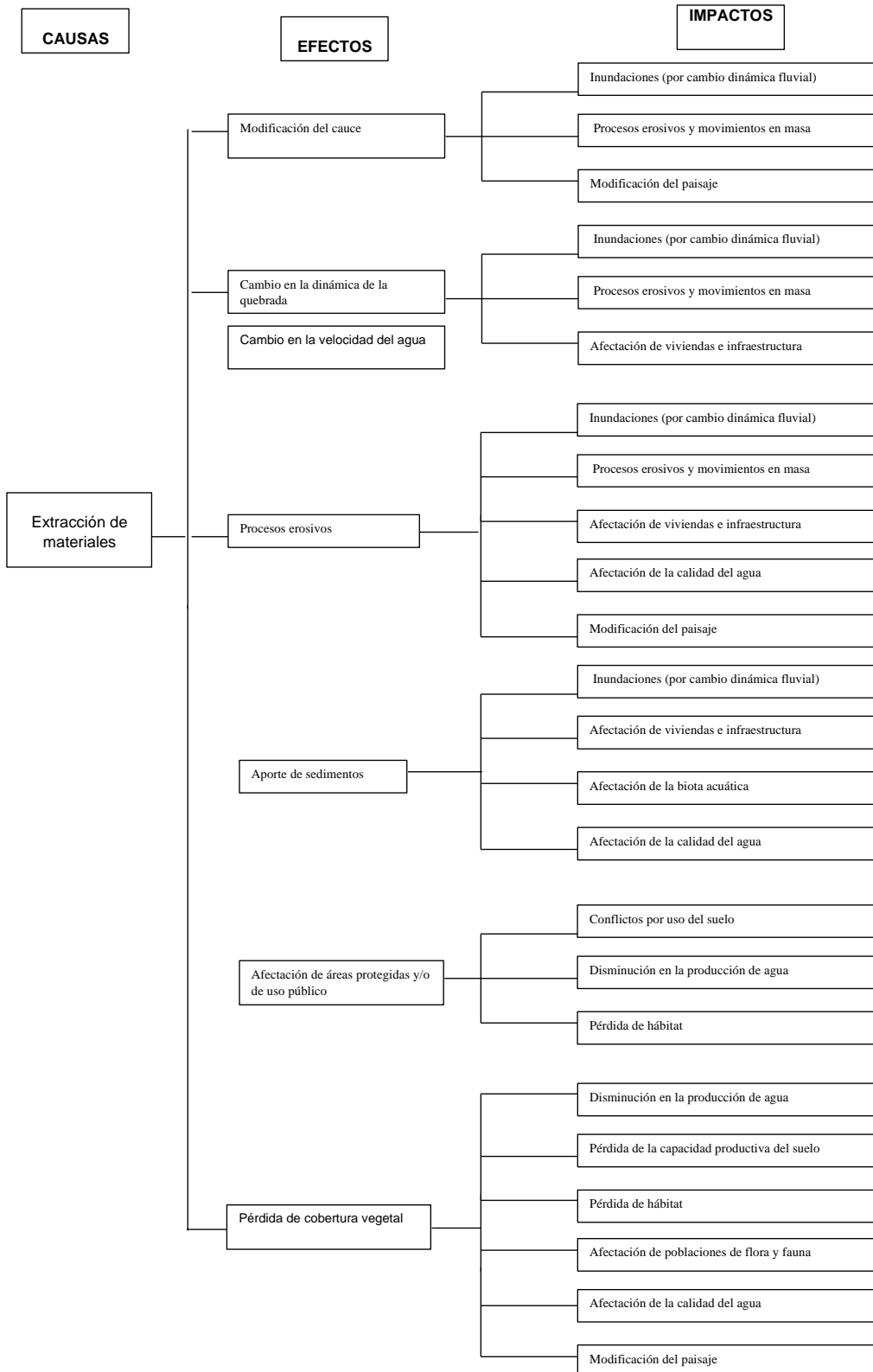
El ejercicio para la definición de las causas, los efectos, y los impactos fue desarrollado por el método Delfi o consulta de expertos en el cual un grupo interdisciplinario expresó sus puntos de vista sobre la posible problemática que debe ser analizada para un tramo, subtramo o la quebrada en su conjunto.

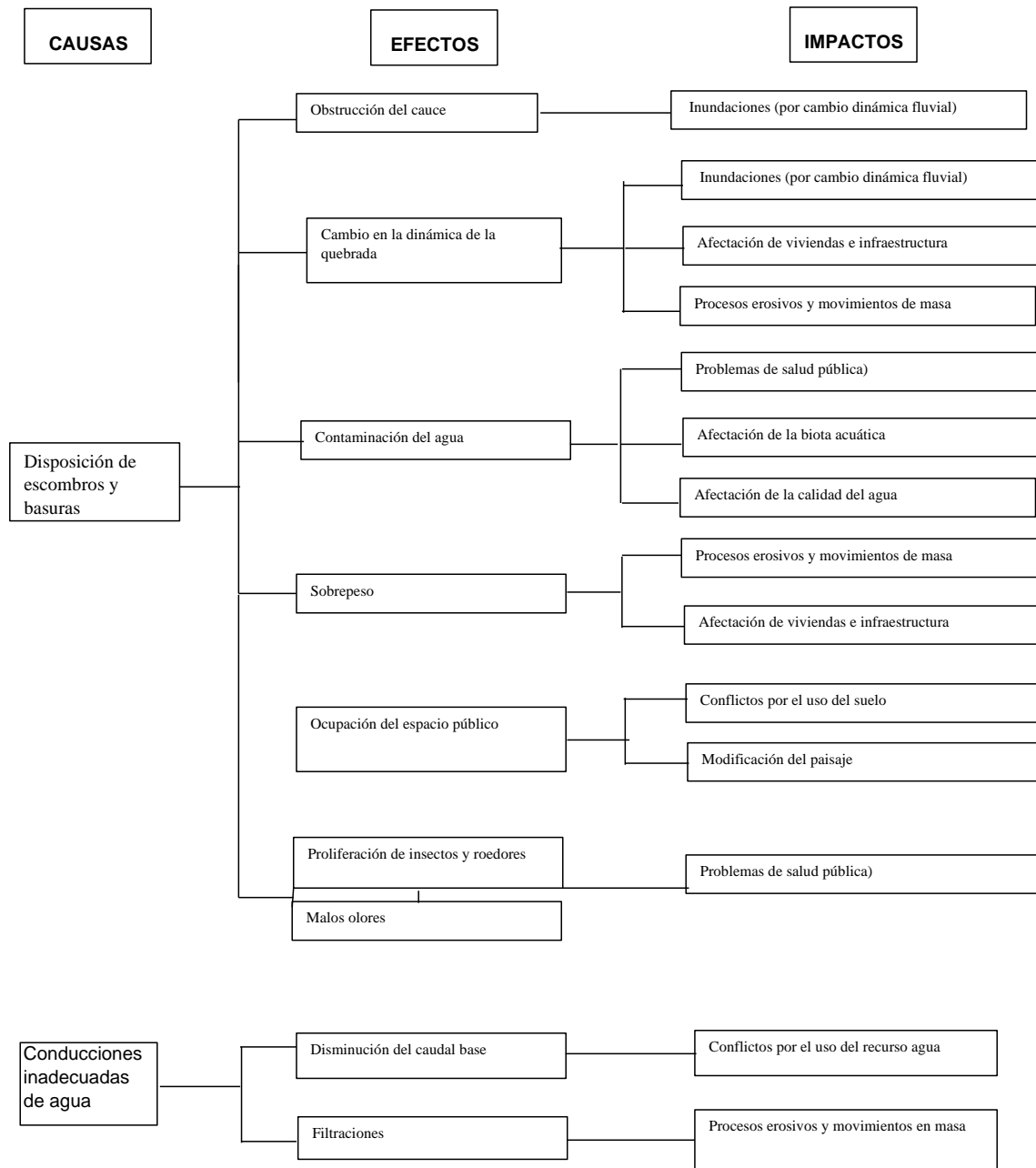
Las siguientes fueron las principales causas consideradas:

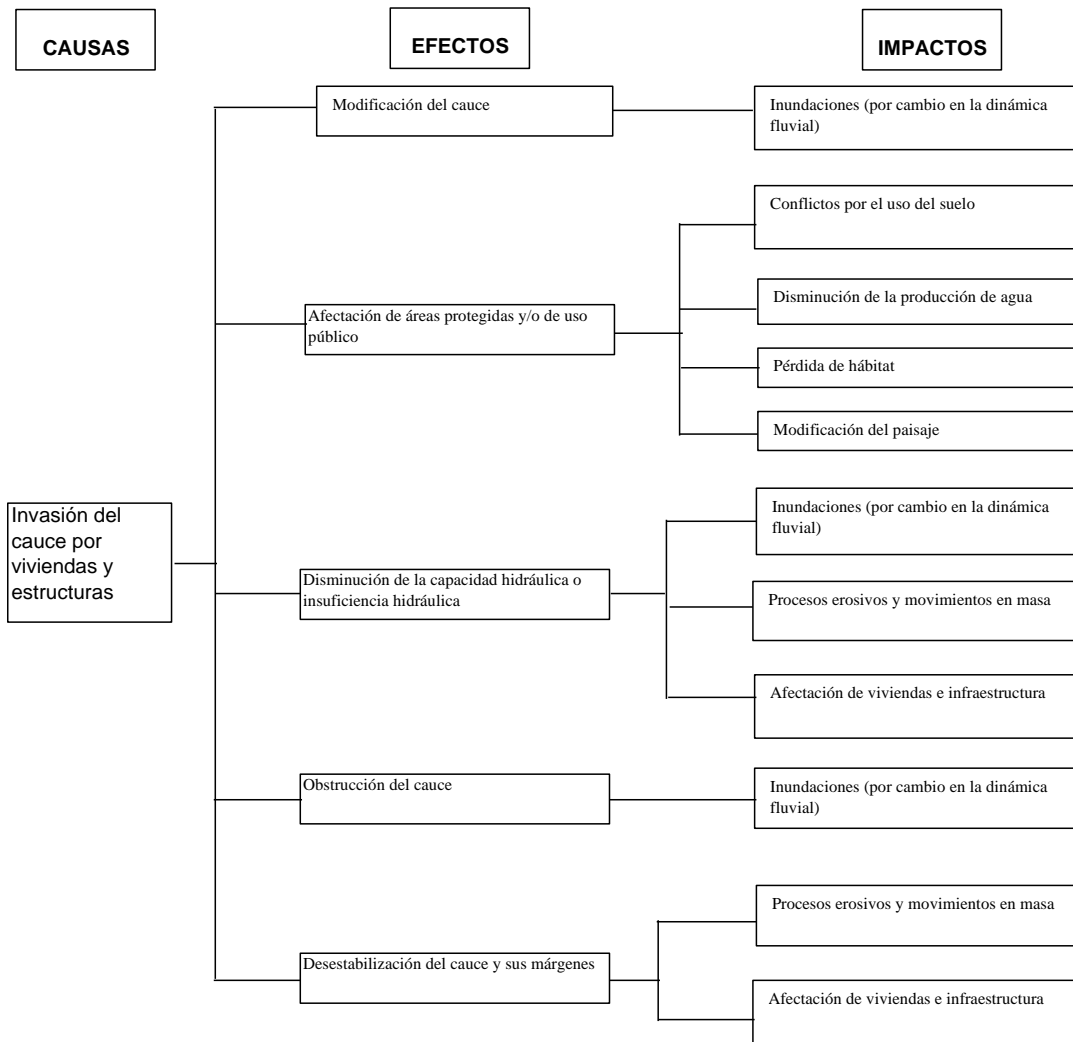
1. Extracción de materiales
2. Disposición de escombros y basuras
3. Conducciones y captaciones inadecuadas de agua
4. Invasión del cauce por vivienda y estructuras
5. Descarga de aguas residuales, domésticas e industriales y aguas lluvias
6. Deforestación
7. Mantenimiento inadecuado
8. Movimientos naturales de masa
9. Explotaciones agropecuarias y forestales

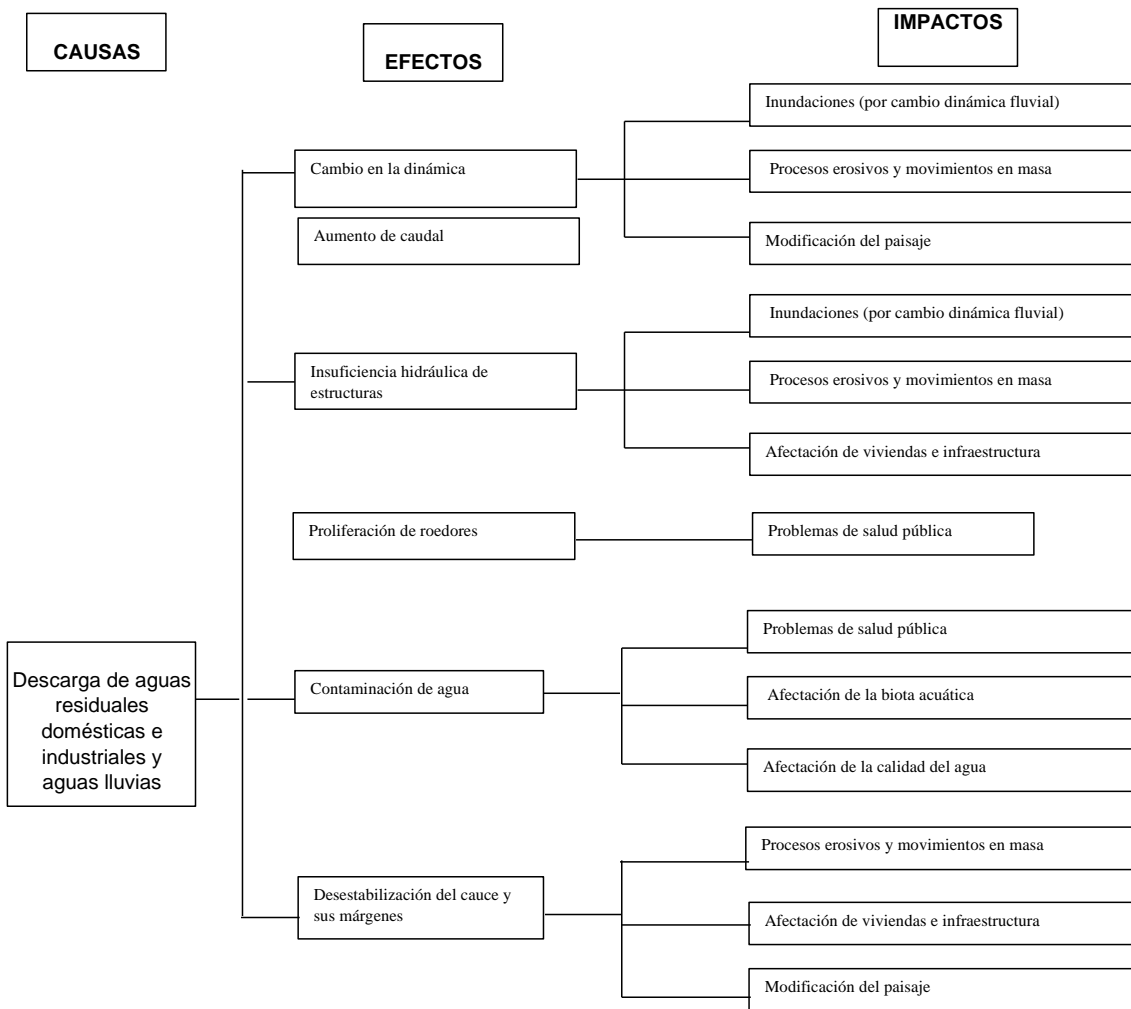
En la figura 1 se presenta el esquema que relaciona las causas, efectos e impactos. Estos últimos serán el punto de partida para definir los indicadores ambientales utilizados en el proyecto.

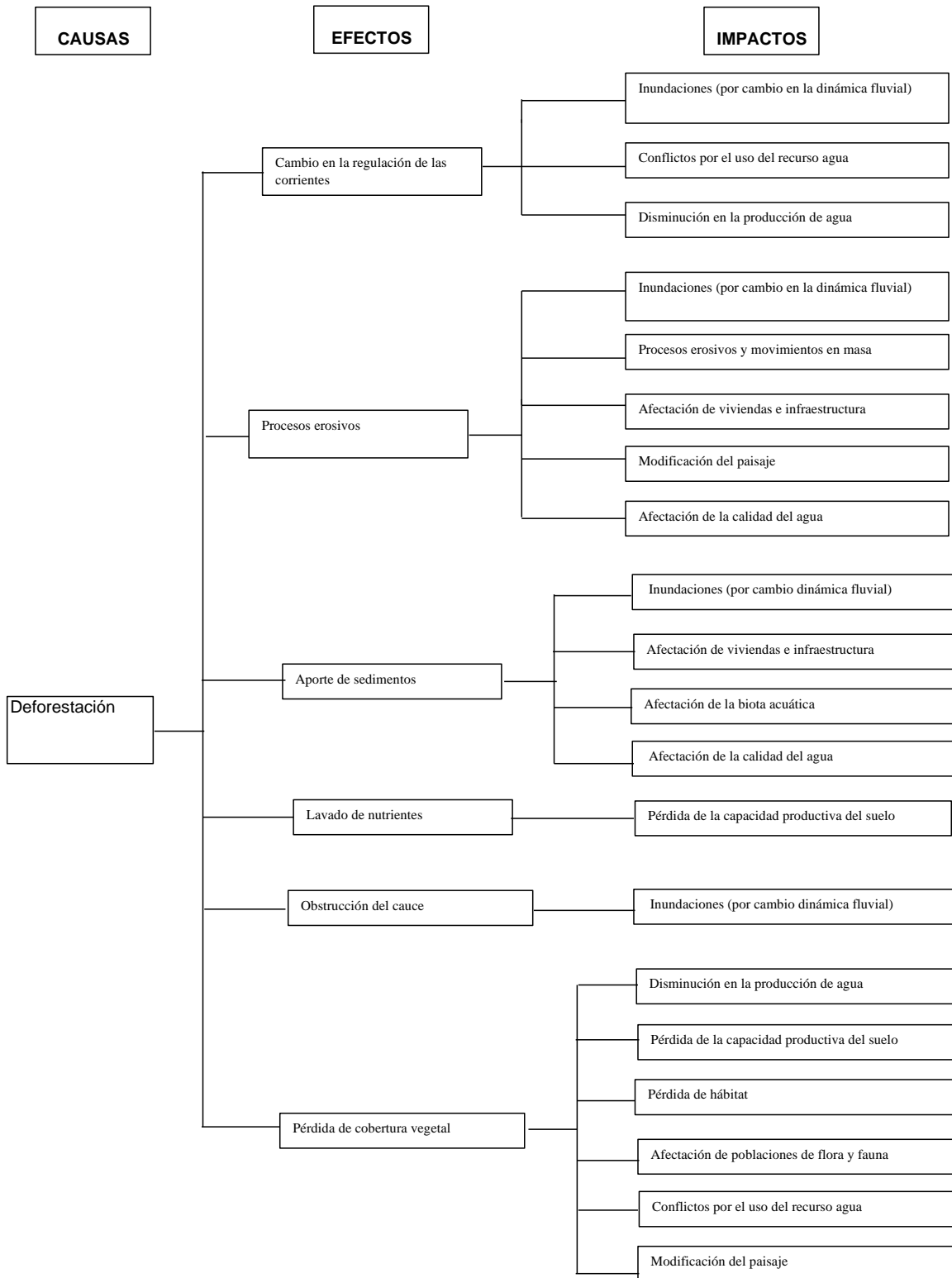
FIGURA 1 ESQUEMA: CAUSAS - EFECTOS - IMPACTOS

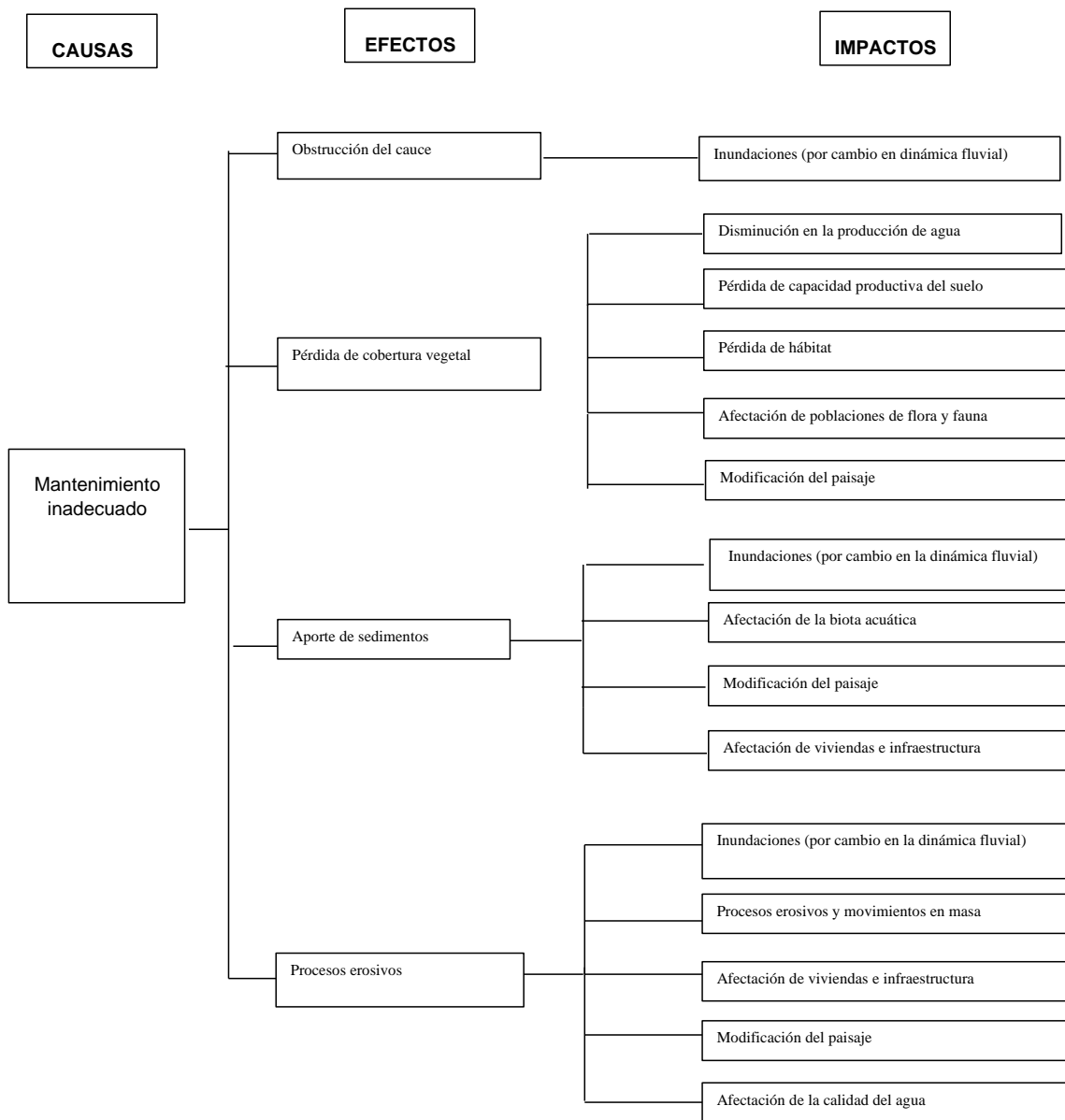


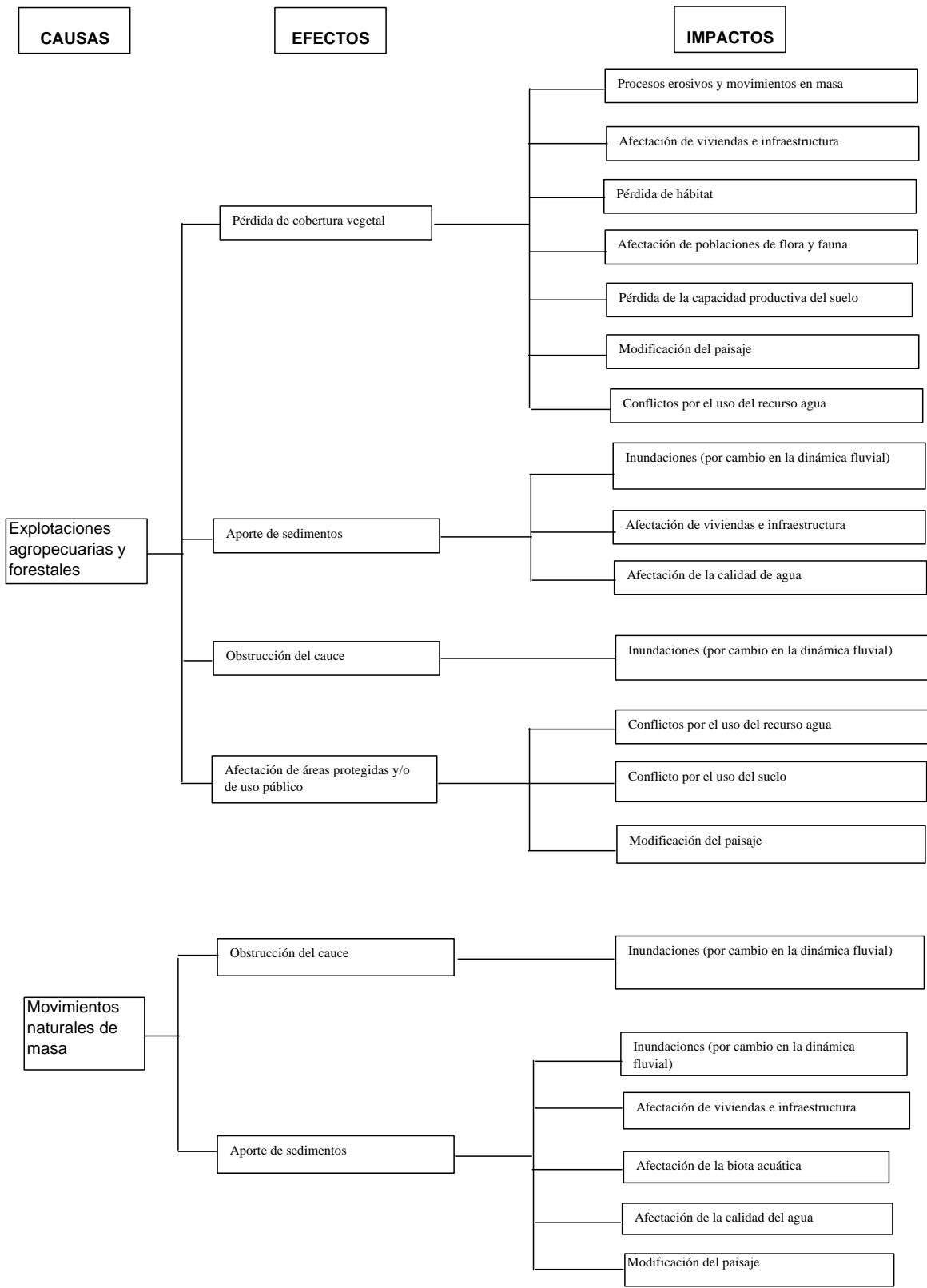












2.2 ESTRUCTURA DEL INDICADOR

Como se observó en la figura 1 existe una sinergia entre los efectos que son los que determinan las variables de cada indicador. Por esto, se definieron indicadores sin tener en cuenta un componente en particular como se relaciona en la ficha de diagnóstico básico que maneja actualmente el Instituto.

Un indicador puede estar conformado por una o más variables. Dichas variables serán llamadas variables primarias las cuales tienen una importancia que puede ser relevante con respecto a las demás y se expresa en porcentaje; la suma de ellos debe ser igual al 100%.

Las variables primarias pueden analizar diferentes aspectos que se dividen en variables secundarias; estas variables también tienen un peso o importancia dentro de la variable expresado en porcentaje. La suma de los pesos de cada una de las variables secundarias debe ser igual al 100%.

Las variables secundarias se desglosan en clasificaciones que son las que indican qué se va a medir y de qué manera. Es decir, por número de veces que se presente un evento, por su presencia o ausencia o por escalas de importancia, entre otros. En cualquiera de estos casos, la calificación de importancia estará en un rango de 0.0 a 1.0. La menor calificación (0.0), indicará que no hay afectación y la mayor (1.0), indicará el comportamiento más crítico.

Por medio de una fórmula de cálculo que agrupa los porcentajes y los pesos de las variables, el indicador arrojará un resultado entre 0.0 y 1.0 donde su escala de calificación será la siguiente.

MUY ALTA	0.8- 1.0
ALTA	0.6 – 0.8
MEDIA	0.4 – 0.6
BAJA	0.2 – 0.4
MUY BAJA	0.0 – 0.2

En la figura 2 se presenta la estructura del indicador.

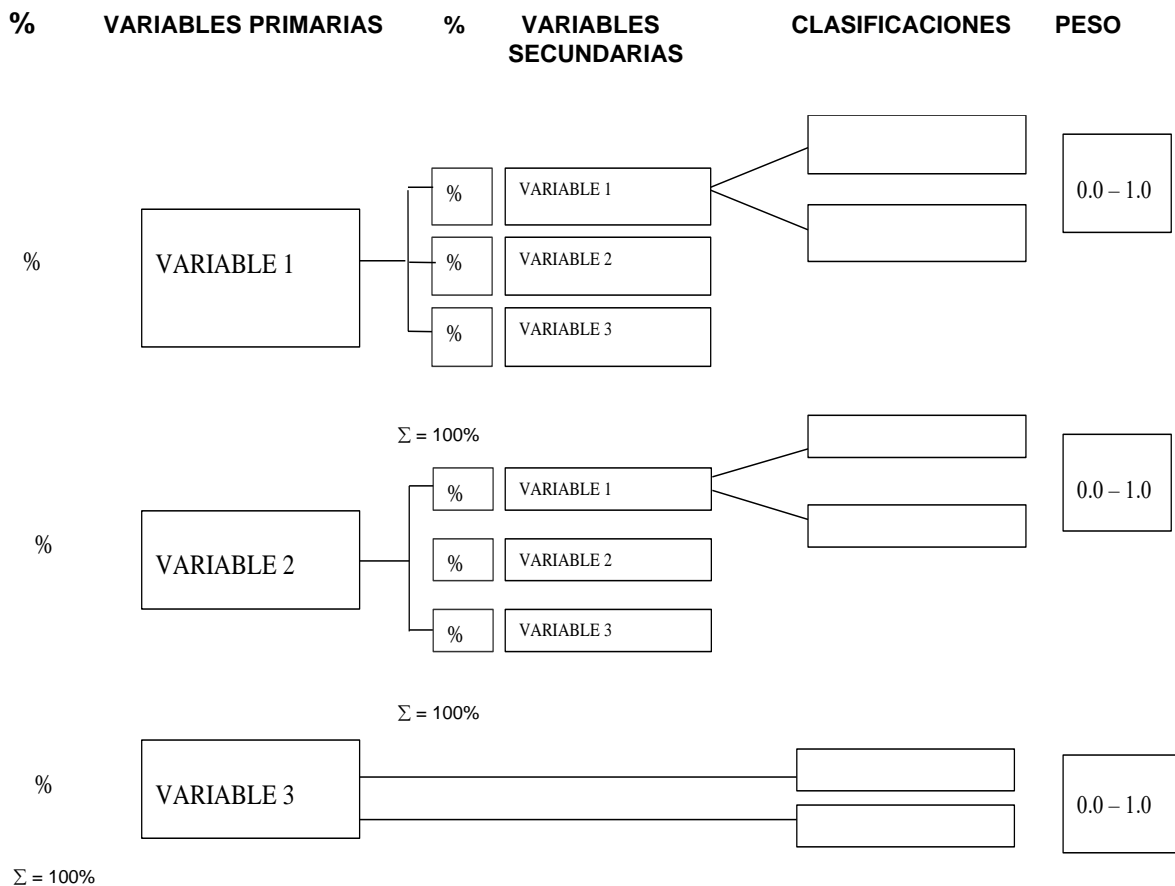


Figura 2 Estructura del indicador

2.3 INDICADORES PROPUESTOS

Como se explicó anteriormente, los indicadores fueron definidos de acuerdo con el ejercicio presentado en la figura 1 a través del método de consulta de expertos.

Los siguientes son los indicadores propuestos:

1. Riesgo de inundación
2. Vulnerabilidad de afectar a la comunidad por problemas de salud
3. Inestabilidad
4. Socavación

5. Conflictos por el uso del recurso agua
6. Conflictos por el uso del recurso suelo
7. Vulnerabilidad de afectar las estructuras hidráulicas
8. Modificación del paisaje
9. Susceptibilidad de invasión de terrenos
10. Afectación del hábitat
11. Afectación de la biota acuática

Cada uno de los indicadores está calculado de acuerdo con el esquema presentado en la figura 2 y su descripción se encuentra diligenciada en una hoja metodológica. Es de anotar que los indicadores propuestos de acuerdo con su naturaleza, coinciden en su mayoría con los establecidos en el perfil ambiental del municipio de Medellín.

2.4 HOJA METODOLÓGICA DEL INDICADOR

La explicación de los indicadores está sustentada en una hoja metodológica la cual recoge algunos aspectos de la metodología del Departamento de Planeación Nacional de una manera más simple pero que abarca una situación global de comportamiento del área en estudio.

En la Tabla 1 se presenta la estructura de la hoja metodológica.

Tabla 1 Esquema de la hoja metodológica del indicador

NOMBRE DEL INDICADOR Y CÓDIGO
1. Descripción del indicador: (Definición del indicador)
2. Variables relacionadas: (variables primarias que intervienen en el cálculo del indicador y sus variables secundarias asociadas).
3. Medición: (fórmula de cálculo del indicador que incluye los ponderadores de cada una de las variables, sus pesos o calificaciones)
4. Importancia del indicador: (Dentro del análisis o diagnóstico de las quebradas, explicación de la importancia de su medición).
5. Relación con otros indicadores: (Consiste en enumerar otros indicadores que se articulen con el indicador analizado. Es decir, por la relación entre las variables que hacen parte a su vez de otros indicadores).
6. Disponibilidad de la información: (Indicar si la información se retoma del diligenciamiento en campo de la ficha de análisis o si requiere de la consulta de información secundaria. Identificar la fuente de información).

En el anexo 1 se presenta el desarrollo de la hoja metodológica de cada indicador y su cálculo.

La información que requiere cada indicador será el insumo que alimente la ficha de análisis ambiental de cada subtramo considerado y la base de datos para el cálculo de los indicadores.

En el aspecto social se analizó la posibilidad de medir el grado de organización de la comunidad en el área de estudio. Sin embargo, de acuerdo con el alcance del estudio y el tipo de información requerida no es posible mostrar o representar una realidad ya que el análisis es sobre una quebrada y su área de retiro.. Aún así, no se hace caso omiso de la importancia de esta información y se incluye en la ficha de análisis de cada subtramo, la información de los proyectos realizados por el Instituto Mi Río y otras instituciones que puede contribuir a determinar la mayor o menor gestión realizada.

3 INSTRUCTIVO PARA DILIGENCIAR LA FICHA DE ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO

Tal como se relacionó en la metodología de los indicadores del estado ambiental de las quebradas, lo que se pretende con la ficha de análisis es recopilar la información básica con los criterios previamente determinados para aplicarlos al área de retiro de las quebradas, de modo que sirva como elemento de entrada a la base de datos que interrelacionará simultáneamente con el Sistema de Información Geográfico (GIS) para obtener como productos los diferentes valores de los indicadores según el tramo o la microcuenca analizada.

El levantamiento de la información deberá ser realizado por un grupo interdisciplinario conformado por profesionales de las áreas social, física y biótica que tengan un conocimiento previo de los indicadores, para entender cual es el propósito de la información requerida.

El diligenciamiento de la ficha comprende tres fases:

1. Un trabajo de oficina para la adquisición y revisión de información secundaria.
2. Un levantamiento de la información de campo.
3. Asociar a la base de datos la información recopilada.

Con este proceso se obtendrá la información del estado ambiental en el cauce y las áreas de retiro. A partir de ésta, se podrán hacer evaluaciones periódicas para analizar la dinámica de cambio del estado en un determinado tramo, quebrada o cuenca, por la intervención o gestión realizada en estas áreas.

3.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.

La localización de las cuencas está enmarcada dentro de un territorio el cual a su vez está inmerso dentro de un proceso de planificación y ordenación que cuenta con una normatividad para su desarrollo armónico e integral. Con el propósito de optimizar el trabajo que se realizará en campo y complementar la información requerida para la obtención de indicadores que determinen la problemática ambiental de las mismas, es necesario tener en cuenta la siguiente información:

- Cartografía básica en escala 1:2000 del área por estudiar, en su versión más actualizada

- Identificar el límite de la cuenca con todas las corrientes que la conforman (lineamientos de las quebradas)
- Identificar los nombres y códigos para cada una de las quebradas según clasificación definida por el Instituto Mi Río. Se deberá revisar con Planeación Municipal los nombres de las quebradas ya que pueden presentar diferencias con lo existente en la cartografía.
- Adicionar los nombres y códigos para las quebradas que no se incluyan dentro de la clasificación actual, de acuerdo con la metodología establecida por Mi Río.
- Localizar en planos la información asociada a las cuencas según la entidad encargada como se relaciona a continuación:

Planeación Municipal: Información relacionada con el POT como perímetros, áreas y categorías del suelo de protección, identificación de los patrimonios culturales, proyectos del componente urbano y rural; estratificación socioeconómica de la ciudad; estudios integrados de cuencas hidrográficas; retiros a corrientes de agua; revisión del archivo aerofotogramétrico; división político administrativa actual.

Empresas Públicas de Medellín y Corporaciones: Cobertura de servicios públicos en la zona urbana y rural. En zonas del área rural que se encuentran deshabitadas no hay cobertura. En el formato de información secundaria se señalará la opción sin cobertura de servicios equivalente al valor cero (0) en el formato.

Empresas Varias: Rutas, frecuencia y cobertura para la recolección de basuras y escombros.

Unidades Ambientales (Area Metropolitana, Corantioquia): Concesiones para el uso del agua.

Instituto Mi Río: Estudios y diagnósticos de las cuencas, listado de las organizaciones ambientales presentes en la cuenca, solicitudes y quejas de la comunidad, código de las quebradas, proyectos ambientales que realiza el Instituto en los barrios del área de influencia.

Simpad: Inventario de eventos sobre inundaciones, deslizamientos y desastres en general.

Obras Públicas: Estudios hidrológicos e hidráulicos.

Desarrollo Comunitario: Información sobre coberturas vegetales, uso del suelo, organizaciones y gestión comunitaria.

3.2 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN CAMPO.

Para realizar esta actividad es indispensable la ficha de diagnóstico y la cartografía asociada a la cuenca con la localización de la información secundaria antes relacionada. A continuación se dan las instrucciones para su implementación. El recorrido se debe realizar desde el nacimiento hasta su desembocadura para poder obtener elementos que permitan priorizar la problemática encontrada en los tramos.

INFORMACIÓN DE QUIEN DILIGENCIA EL FORMATO:

El nombre corresponde al nombre del contratista o de la persona del grupo interdisciplinario responsable de anotar la información. Así mismo se debe escribir el número de contrato u orden de inicio y el número de teléfono. Es de suma importancia relacionar en que fecha se recoge la información de campo.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA QUEBRADA:

Información definida previamente en la oficina que incluye nombre de la cuenca, microcuenca, nombre y código de la quebrada según clasificación definida por el Instituto Mi Río.

INFORMACIÓN GENERAL DEL SUBTRAMO:

3.1 Ubicación en el tramo: Es la ubicación del subtramo en el tramo. El tramo se establece según los perímetros definidos en el POT para suelo rural, suburbano, expansión y urbano. En el caso que una margen de la quebrada corresponda a suelo urbano y la otra a suelo rural, predominará la categoría de urbano; si una margen se encuentra en suelo de expansión y la otra en suelo rural, predominará el suelo de expansión; si una margen corresponde a suelo suburbano y otra a suelo rural, predominará el suelo suburbano; si una margen está en suelo suburbano y otra en suelo urbano, predominará el suelo urbano; si una margen de la quebrada se encuentra dentro de suelo de expansión y la otra en suelo urbano, predominará el suelo urbano.

3.2 Tipo de subtramo: Está definido de acuerdo con el tipo de obra en el cauce. Se especifica cual es la condición del canal por analizar: canal natural, canal artificial abierto y cobertura hidráulica. Además de las dimensiones: altura (en metros), ancho (en metros) y diámetro (en pulgadas) si es una tubería. La longitud en metros si es posible, se medirá en campo, de lo contrario se medirá directamente en la cartografía.

Si el subtramo es canal artificial abierto se deben considerar los siguientes tipos de estructura: canal abierto en U, en V, canal abierto trapezoidal, muros de contención y gaviones.

Si el subtramo es cobertura hidráulica, se deben considerar los siguientes tipos de estructura: boxcoulvert, bóveda, tubería, puentes y cobertura construida por particulares.

Los puentes se tomarán en cuenta siempre y cuando interfieran con la capacidad del canal.

3.3 Número del subtramo: Corresponde al consecutivo respecto al recorrido desde el nacimiento hasta la desembocadura. Incluye información sobre el nombre del barrio o vereda.

3.4 Localización del subtramo:

En suelo rural se debe especificar la cota al principio y al final del subtramo según se observe en el plano, el detalle descriptivo se relaciona con el nombre del sector o finca reconocida en el lugar.

En el suelo urbano se debe especificar la dirección al principio (desde) y al final (hasta) del subtramo mediante el cruce de una calle y una carrera. En la mayoría de los casos el cruce no coincide exactamente con una calle y una carrera; por lo tanto, el criterio a tener en cuenta para la identificación del cruce será la dirección más cercana. Cuando se trate de un paso vial, la dirección desde y hasta coinciden.

3.5 Retiro en el subtramo: Información previamente consultada en Planeación Municipal de acuerdo con el POT. Se señala con una X el tipo de retiro.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUBTRAMO DE LA QUEBRADA EN LAS ÁREAS DE RETIRO

4.1 Captaciones no legalizadas: son las captaciones no registradas en la autoridad ambiental y que se encuentran durante la visita. En este ítem se señala con una X si la captación es informal o formal. El número hace referencia al consecutivo de las captaciones identificadas en el recorrido.

Informales: se refiere al número de mangueras, pequeñas presas o canecas que se utilizan para la captación.

Formales: se refiere al número de tanques con desarenador o estructuras civiles más complejas utilizadas para la captación.

Estos datos están asociados a la construcción del indicador de conflictos de uso del recurso agua.

4.2 Porcentaje de área de cobertura vegetal:

Se refiere a la identificación de coberturas vegetales en el área de retiro mediante fotografías aéreas recientes y actualización en campo. Luego de actualizada esta

información, se determinará el porcentaje de área del tipo de cobertura vegetal existente en el subtramo; este dato será anotado en la ficha en el campo respectiva.

Bosque Intervenido: Corresponde a relictos de bosques naturales. A pesar de que conserva parte de la estructura del bosque original, su composición varía con respecto a éste por que le han extraído parte de las especies que lo componían inicialmente.

Rastrojo Alto: Corresponde a la cobertura vegetal que se encuentra en un estado de sucesión secundaria temprana. No conserva la estructura del bosque natural pero pueden encontrarse especies con alturas promedio entre 2 y 3 tres metros e incluso en algunos casos alcanzar hasta 5 metros. Las especies que componen esta cobertura son típicas de zonas intervenidas

Rastrojo Bajo: Corresponde a la cobertura vegetal donde apenas se está iniciando el procesos de sucesión. Por esta razón, las especies que la componen son, en su mayor parte, herbáceas y arbustivas de porte bajo.

Plantaciones Forestales: Es la cobertura vegetal correspondiente a especies arbóreas manejadas como cipreses, pinos, eucaliptos, entre otras.

Pastos: Se refiere a la cobertura con pastos nativos o introducidos como gramas, kikuyo, elefante, india, yaraguá, entre otros.

Cultivos: Se tienen en cuenta tanto los cultivos permanentes como transitorios que se encuentran en el área de retiro.

Ornamental: Se refiere a las áreas de retiro que son tratadas en los programas de paisajismo del Instituto y zonas verdes de las urbanizaciones que presentan especies arbustivas, arbóreas y herbáceas de acuerdo con un arreglo espacial definido.

Sin cobertura: corresponde a las áreas que no poseen ningún tipo de cobertura vegetal representadas por vivienda, construcciones en general que se encuentren en el área de retiro o sobre el cauce; además de las áreas de extracción de materiales y obras como puentes, carreteras, vías y placas deportivas, entre otros que no permiten la infiltración del agua.

Esta información se utilizará para los indicadores de conflictos por uso del recurso agua, conflictos por uso del recurso suelo, afectación de hábitat y modificación del paisaje.

Porcentaje de área protegida en el nacimiento: Esta información se obtiene antes del recorrido de campo con la revisión de fotografías aéreas considerando el retiro de 100 metros. Si las fotografías no corresponden al año anterior, se deberán verificar en campo los cambios y se procederá a realizar la actualización a mano alzada sobre la cartografía. Luego de actualizada esta información, se determinará el porcentaje de área del tipo de cobertura en el nacimiento teniendo en cuenta el predominio de área en bosque

intervenido y rastrojo alto, en caso de encontrar plantaciones en la categoría de protector productor se observará el manejo que se realice para determinar la incidencia en el área de protección, si se presenta rastrojo bajo se debe observar si es una zona abandonada transitoriamente o si es para que se de un proceso de sucesión (lo anterior se relaciona con el uso del área colindante). Lo que más incide en forma negativa sobre el porcentaje de afectación del área de nacimiento es la existencia de pastos, cultivos, zonas ornamentales y sin cobertura este dato será anotado en la ficha en el campo respectivo.

Se tomará como área de nacimiento el retiro de 100 metros para los cauces de orden uno, desde la cota que se marca en el plano o donde se observe la expresión en el terreno.

La anterior información es importante para la construcción del indicador sobre conflictos del uso del recurso agua.

Porcentaje de área afectada de las categorías del uso del suelo de protección: Los usos del suelo de protección están determinados por el POT y son las siguientes categorías:

Áreas de aptitud forestal: zonas de propiedad pública o privada, reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales protectoras, protectoras – productoras y productoras, de acuerdo con las características del suelo y su ubicación en el municipio.

Áreas de protección a nacimientos de corrientes naturales de agua: Es el área donde las aguas subterráneas afloran o brotan en forma natural, dando origen a manantiales y corrientes de agua.

De los retiros a corrientes naturales de agua: Es una faja lateral del terreno paralela a las líneas de máxima inundación o a los bordes del canal natural o artificial. Su principal función es la de conservar el recurso hídrico.

Zonas de alto riesgo no recuperable: Áreas urbanas o rurales, en gran parte ocupadas por viviendas, que por su conformación topográfica de altas pendientes, características hidrogeológicas o por la presencia de procesos de inestabilidad geológica, son altamente inestables y de difícil tratamiento para su recuperación.

Zonas estables e inestables de manejo especial: Corresponde a los cañones y fajas de retiro de las corrientes naturales de agua, a áreas de protección y seguridad próximas a terrenos inestables, sectores de pendientes altas a escarpadas, áreas de interés ambiental, entre otras.

Áreas ecológicas y de importancia ambiental y paisajística: Son áreas que cumplen funciones estratégicas para el bienestar y desarrollo municipal, que presentan atributos naturales, escénicos y paisajísticos y con viabilidad para desarrollar actividades relacionadas y compatible con la conservación de los recursos naturales.

Áreas de reserva para la ubicación de los servicios públicos: Se incluyen los predios que por su destinación actual o futura, debidamente programada, forman parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de la infraestructura requerida para la provisión de los servicios públicos domiciliarios.

Estas categorías son definidas por el POT y su respectiva actualización en campo corresponderá a al cálculo del porcentaje de área dentro de un tramo que no cumpla con la categoría previamente definida (existencia de viviendas y otras construcciones, áreas de extracción de materiales y usos agrícolas o ganaderos no compatibles con algunas áreas).

En la ficha se ubicará el área de protección a la que corresponde el subtramo, el porcentaje de afectación corresponderá a la suma del porcentaje de cultivos y el porcentaje del área sin cobertura escrito en el numeral anterior (4.3). Un área de retiro puede estar comprendida en dos o más categorías de protección, como zonas de riesgo no recuperables o áreas de aptitud forestal, entre otras.

Todas las definiciones anteriores son insumo para el indicador de conflictos de uso del recurso suelo.

4.5 Organizaciones comunitarias e instituciones: Referenciar el nombre de las organizaciones existentes (Juntas de acción comunal, instituciones educativas, centros de salud, organizaciones ambientales, Cruz Roja, Defensa civil, entre otras), dirección, teléfono y nombre de la persona con la que se hace el contacto. Igualmente se deben registrar los establecimientos educativos y de recreación y organizaciones comunitarias de recolección de escombros.

4.6 Tipo de asentamientos: De acuerdo con las siguientes definiciones de asentamiento, se señalará con una X:

Asentamiento formal es aquel que se localiza en zonas predominantemente residenciales que presentan una adecuada conformación en cuanto a infraestructura.

Asentamientos no formales son los asentamientos humanos que no se encuentran plenamente integrados a la estructura formal, carecen de algunos servicios básicos, presentan alta concentración de población, condiciones de estabilidad física precarias y tamaños mínimos de vivienda, entre otros.

En el espacio "Nombre" se escribirá el nombre del sector que se encuentra dentro del barrio. Si no hay sectores, se escribirá el nombre del barrio o de la urbanización, entendiéndose que los datos que solicita seguidamente (tipo, estrato, recolección semanal de basuras) solo aplican para el subtramo.

Estrato socioeconómico: Escriba el estrato correspondiente al barrio o sector, según encuesta a los pobladores de la zona. En zonas rurales donde no se encuentran viviendas

cercanas, se dejará en blanco el espacio y se asumirá que no hay estrato. En áreas urbanas donde no hay viviendas cercanas, se colocará el estrato del sector.

Frecuencia en la recolección de las basuras: Señale con una X la frecuencia de recolección del barrio o sector.

Esta variable hace parte de los indicadores: Riesgo por inundación y vulnerabilidad de afectar a la comunidad por problemas de salud.

Procesos erosivos: Se refiere al conjunto de procesos que producen pérdida de materiales en grados variables por la acción natural de agentes morfogénicos y que puede acelerarse por acción del hombre. Se incluyen los procesos de separación, transporte y pérdida de materiales; no se tiene en cuenta ni la depositación de materiales ni los movimientos en masa. Se considera que estos procesos pueden afectar la estabilidad del suelo en los subtramos y para evaluar su presencia, se determina en campo la existencia de surcos y cárcavas, los cuales deberán localizarse en el plano.

Surco: Se define como el proceso erosivo en el cual se forman numerosos y pequeños canales que varían de profundidad. En la ficha se deberán colocar los canales de 5 a 25 cm. El número indica el consecutivo de los surcos encontrados en el recorrido. La convención utilizada para localizar en el plano será el número consecutivo y la letra Sc.

Básicamente un surco se observa en zonas sin cobertura vegetal.

Cárcavas: Proceso erosivo por medio del cual el agua se concentra en canales estrechos removiendo el suelo a profundidades desde 26 cm hasta 20 m. En la ficha se deberá registrar las profundidades en metros. El número indica el consecutivo de las cárcavas encontrados en el recorrido. La convención utilizada para localizar en el plano será el número consecutivo y la letra C.

Las cárcavas son observables con o sin cobertura vegetal.

Para los surcos y cárcavas se deberá determinar el área en m² y localizada en la casilla respectiva ya sea en margen derecha o margen izquierda.

La información anterior es insumo para la construcción del indicador de inestabilidad.

Presencia de deslizamientos o reptación: se consideran los movimientos de tierra, detritos rocosos y lodos, que estén activos los cuales se producen por efectos de la gravedad y el proceso de reptación y se observa por las condiciones que presenta la vegetación (inclinación de los árboles). En la ficha la numeración se refiere al consecutivo de los deslizamientos o procesos de reptación encontrados, y "área", es el área por cada deslizamiento o reptación según la margen (izquierda o derecha). Los deslizamientos y la reptación deben localizarse en el plano. Además se señalará con una X el tipo de material: depósito, escombros y suelo.

La convención para localizar en el plano al igual que en la ficha, será el número consecutivo y la letra D o R que indica deslizamiento o reptación respectivamente.

Esta información es insumo para la construcción del indicador de inestabilidad.

4.9 Proceso de socavación: Señale con una X las características de los procesos de socavación según sea su localización en el lecho o en la orilla según el material y la margen.

Socavación local: se presenta en sitios particulares de la corriente y es ocasionada por el paso de crecientes y por la acción de obras civiles, como obras de encauzamiento, espolones, puentes con pilas o estribos dentro del cauce, obras transversales de control, etc.

Socavación general: es la que se produce en lechos por efecto de la dinámica de la corriente y está relacionada con la conformación del nivel de base. Es un fenómeno a largo plazo, los eventos catastróficos pueden acelerarlo.

La socavación en la casilla Local o General tiene una calificación que puede ser avanzada (Av), moderada (Mod) o baja (Baja) según las condiciones en que esté el proceso y el tipo de infraestructura que puede llegar a afectar:

Socavación avanzada: Cuando el proceso de socavación tiene un progreso tal que necesita intervención, porque de seguir avanzando puede afectar la estabilidad de las orillas, viviendas u obras que estén en el sector de interés. Se considera que el proceso reviste mayor riesgo si los elementos amenazados son viviendas, en orden descendente seguiría si son muros o vías y finalmente si no hay infraestructura.

Socavación moderada: Cuando el proceso tiene posibilidades de evolucionar, pero actualmente no representa amenaza.

Socavación baja: Cuando el proceso es incipiente, no tiene posibilidad de evolucionar y no representa amenaza. Ejemplo:

AvV: Socavación avanzada que puede comprometer una vivienda

Así mismo se escribe para socavación baja (B) y moderada (M) seguido por la letra E para estructura y la letra V para vivienda.

La socavación puede presentarse tanto en la orilla como en el lecho:

Orillas en roca; conformadas por roca in situ fresca o algo meteorizada (no parte fácilmente con el martillo).

Orillas en depósitos, conformadas por terrazas aluviales o por depósitos de ladera.

Orillas en suelo; conformadas por suelos residuales o roca completamente meteorizada.

Lecho en roca: es el conformado por roca in situ fresca o algo meteorizada (no parte fácilmente con el martillo).

Lecho pedregoso: es el conformado por bloques rodados de roca, o bloques de roca en matrices arenosas o finogranulares.

Lecho en suelo residual: es el conformado por suelos residuales o roca completamente meteorizada.

Los datos anteriores son necesarios para la construcción del indicador denominado socavación.

En el plano se localiza con el número consecutivo y la letra S.

4.10 Proyectos desarrollados

Escribir los proyectos que se han desarrollado o por desarrollar en el tramo o en la zona como convites, Trabajemos por Mi Río, Plan Padrino, Procedas, Moneda Ecológica, Laderas, Navidad Ambiental, Praes y apoyo a Pymes, entre otros y los proyectos desarrollados por las organizaciones presentes en la zona, mediante consulta con los pobladores del subtramo. Además del nombre del proyecto incluir la empresa, grupo o institución que lo desarrolló.

4.11 Presencia de basuras

Basurero: Se refiere a los residuos y desechos sólidos que se encuentran localizados de manera informal en las márgenes de la quebrada. Los residuos son los materiales que no pueden aprovecharse.

Basura acumulada: es aquella que conforma un montículo en el cual se aprecia un volumen considerable.

Basura dispersa: Aquella que no forma montículos que se encuentra distribuida en la margen o en el cauce.

Volumen: Es la medida en m³, la cual se colocará en el cauce, en la margen derecha o izquierda, según su localización.

Sección afectada: Se escribirá el porcentaje de afectación, es decir de obstrucción del cauce por efectos de la basura.

Número de viviendas afectadas: Escriba el número de viviendas encontradas a una distancia del basurero menor de 10 metros ya sea en el cauce o en las márgenes.

Estado del basurero:

Activo: Se refiere a los basureros en los que es evidente la depositación o acopio de basura.

Abandonado: Es el basurero en los que se observa el crecimiento de malezas en los cuales se nota que no se ha vuelto a depositar basura.

Recuperación: Basureros en los que se observe alguna de las siguientes condiciones: vallas en las que se prohíbe la depositación de basuras, hay procesos de adecuación y engramado del terreno; actividades de recolección o limpieza.

En el plano se localiza con la siguiente convención: número del consecutivo y la letra B de basurero.

4.12 Presencia de escombreras y detritos: en el caso de escombreras, son los materiales residuales provenientes de construcciones y demoliciones de obras civiles y los sedimentos producidos por acción natural, contribuyen a la obstrucción del cauce de la quebrada. Para la definición de los términos: acumulada, dispersa, volumen y estado de la escombrera activa, abandonada o en recuperación; se aplica los mismos criterios explicados para los basureros.

En el plano se localiza con el número del consecutivo y la letra E de escombrera.

4.13 Frecuencia de inundación: información de campo mediante consulta con los habitantes del sector la cual se complementa con la información consultada previamente. Señale con una X la frecuencia.

A la frecuencia de inundación se le deberá marcar con una X en "L de local" cuando se refiere a que la inundación se ha ocurrido en el mismo subtramo, y X en "D de distante" cuando la inundación no es provocada por el comportamiento del subtramo analizado sino que proviene de desbordamientos aguas arriba, o de otras quebradas.

4.14 Viviendas susceptibles a riesgo de inundación: El primer dato que debe tenerse en cuenta es la cota de inundación definida. En caso de no contar con dicha información se observará en campo las viviendas que se encuentren en el lecho de inundación teniendo en cuenta lo siguiente:

Cuando hay canal natural se contarán las viviendas que se encuentran en el área del retiro, de acuerdo con el tipo de morfología observada.

En canal artificial se cuentan las viviendas localizadas al borde del canal teniendo en cuenta la morfología observada.

Cuando hay cobertura, se contarán las viviendas que se encuentran encima de dicha cobertura.

4.15 Estructuras diferentes a viviendas susceptibles a riesgo de inundación: Se consideran los mismos criterios analizados para las viviendas.

En observaciones, se escribirá el tipo de estructuras como tanques, placas deportivas, institucional, entre otros.

Los numerales del 4.13 al 4.15 hacen parte del indicador de riesgo por inundación.

4.16 Características del agua: Es un concepto cualitativo según los parámetros relacionados: limpia, turbia - sucia, espuma, olores y puede darse el caso de la inexistencia de agua, o que en el momento de la visita no se encontró agua, por lo tanto se coloca una X en la casilla de escorrentía.

Se debe colocar el número de vertimientos ya sea directamente al cauce o a las diferentes márgenes.

La información de este numeral es necesaria para construir el indicador de vulnerabilidad de afectar a la comunidad por problemas de salud.

4.17 Extracción de materiales: Se registrará el tipo de explotación si es aluvial (del cauce) o cantera (en las márgenes) y sus características: si es formal, se refiere a una extracción industrial con una infraestructura adecuada para dicha actividad; informal, se refiere a una actividad más rudimentaria y artesanal.

En la ficha se colocará el nombre de la cantera y la localización ya sea en el cauce o en la margen derecha o izquierda.

4.18 Capacidad hidráulica de las estructuras: Está relacionado con la frecuencia de inundación y la información que obtenga por entrevistas con los pobladores de la zona para conocer el comportamiento de la estructura en época invernal.

Señale con una X si la estructura identificada evacúa normalmente el agua, presenta represamientos sin desborde y por último si presenta desbordes.

4.19 Estado de las estructuras hidráulicas: se refiere a las posibles fallas que se puedan observar durante la visita según los parámetros establecidos en la ficha. Señale con una X si presenta o no las siguientes fallas: inver deteriorado, agrietamiento en paredes laterales, gaviones volcados, volcamiento de losas o muros laterales, faltan disipadores de energía, hay disipadores deteriorados, hay presencia de grietas en la tapa, faltan aletas de entrada – salida, hay presencia de maleza en las juntas de dilatación, hay desgaste en la malla de los gaviones, hay socavación en las paredes de la estructura hidráulica y obstrucción definida por la presencia de basuras o escombros determinada en porcentaje según la sección de la obra. Para otra condición que no se encuentre relacionada se asociará a la más similar. En observaciones se describirá la situación encontrada.

La información de este numeral está relacionada con el indicador vulnerabilidad de afectación de infraestructuras hidráulicas.

4.20 Comentarios y observaciones en el tramo: Quien diligencie el formato escribirá las aclaraciones que considere pertinente para cada uno de los numerales. Dentro de las observaciones se incluirá si el cauce tiene una expresión definida.

A continuación se presenta un glosario con las abreviaturas utilizadas que se encuentran en la página 4 de la ficha:

msnm: metros sobre el nivel del mar (cota)

IC: Información de campo

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

m: Longitud en metros

Prof: Profundidad, medida en centímetros para los surcos y en metros para cárcavas

M Iz: Margen izquierda

M D: Margen derecha

C: Cauce

Depós: Material de depósitos para identificar deslizamientos, reptación y socavación en orilla.

Esc: Material tipo escombros donde se puede presentar deslizamientos o reptación

Act: Activo, abreviatura que se utiliza para el estado del basurero o de la escombrera

Aband: Abandonado, abreviatura que se utiliza para el estado del basurero o de la escombrera

Recu: Recuperación, abreviatura que se utiliza para el estado del basurero o de la escombrera

L: Local

D: Distante

Escorren: Escorrentía, cuando no se observa el agua permanente en el cauce.

A continuación se presenta la ficha de recolección de información en campo

La información secundaria está contenida en los planos requeridos para la salida de campo y en la ficha de información secundaria. Esta ficha complementa la información para la base de datos.

1. INFORMACIÓN DE QUIEN DILIGENCIA EL FORMATO:

Nombre:	Teléfono:	No de contrato / Orden de Inicio:	Fecha:
---------	-----------	-----------------------------------	--------

2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA QUEBRADA

Nombre de la cuenca:	Nombre de De la microcuenca	Nombre de la Quebrada:	de	Código de la Quebrada:	de
----------------------	-----------------------------	------------------------	----	------------------------	----

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL SUBTRAMO DE LA QUEBRADA

3.1 Ubicación del Tramo:	Rural:	Suburbano:	Expansión:	Urbano:	
3.2 Tipo de subtramo:	Canal Natural	Canal Artificial Abierto:	Cobertura Hidráulica:		
Si el subtramo es canal artificial o cobertura hidráulica, especifique:	Tipo:	Sección			
		Altura (m)	Ancho (m)	Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)
3.3 Número del subtramo:	Nombre del Barrio:	Nombre de la Vereda:			
3.4 Localización del subtramo					
Cota Desde (msnm):	Cota Hasta (msnm):	Detalle descriptivo:			
Dirección Desde:	Dirección Hasta:	Detalle descriptivo:			
3.5 Retiro en el subtramo (POT)					
10m: _____	15m: _____	20m: _____	25m: _____	30m: _____	100m: _____

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUBTRAMO DE LA QUEBRADA EN LAS ÁREAS DE RETIRO

4.1 Señale con una X las captaciones no legalizadas (IC)											
No	Informal	Formal	No	Informal	Formal	No	Informal	Formal	No	Informal	Formal
1.			2.			3.			4.		
4.2 Porcentaje de Áreas de cobertura vegetal (IC)											
Bosque Intervenido (%)	Rastrojo alto (%)	Rastrojo bajo (%)	Plantaciones (%)	Pastos (%)	Cultivos (%)	Ornamental (%)	Sin cobertura (%)				
4.3 Porcentaje de área protegida en el nacimiento(IC)											
> 75%: _____			50% - 75%: _____			25% - 50%: _____			< 25%: _____		

4.4 Porcentaje de Áreas afectadas de las categorías del uso del suelo de protección (IC)																									
Items	Categoría						(%)	Items	Categoría						(%)										
1.	Aptitud Forestal							5.	Otras áreas de protección – Zonas estables e inestables de manejo especial																
2.	Protección a nacimientos							6.	Áreas ecológicas y otras áreas de importancia ambiental																
3.	Retiros a corrientes naturales							7.	Áreas de reserva para la ubicación de servicios públicos																
4.	Zonas de alto riesgo no recuperable																								
4.5 Organizaciones comunitarias e instituciones (JAC, Centros de salud, Organizaciones ambientales, Instituciones educativas, Cruz roja y Defensa civil, etc)																									
Items	Nombre de la institución						Dirección						Teléfono			Contacto/Lider									
1.																									
2.																									
3.																									
4.6 Tipo de asentamientos (IC)										4.7 Procesos erosivos (IC)					4.8 Presencia de deslizamientos o reptación										
Items	Nombre	Tipo		Estrato	Recolección semanal de basuras			Items	Proceso		Área (m ²)		Items	Área (m ²)		Material									
		Formal	Informal		Dos veces	Una Vez	Ninguna		Surcos Prof (cm)	Cárcavas Prof (m)	M Iz	M D		M Iz	M D	Depós	Suelo	Esc							
1.													1.												
2.													2.												
3.													3.												
4.													4.												
4.9 Proceso de socavación (IC)										4.10 Proyectos desarrollados, en el último año															
Items	Local	General	Orilla					Lecho					Items	Nombre *1					Empresa, grupo, institución						
			Roca	Depósitos	Suelo residual	M Iz	M D	Rocoso	Pedregoso	Suelo residual	1.	2.		3.	4.	5.	6.								
1.																									
2.																									
3.																									
4.																									
5.																									
4.11 Presencia de basuras (IC)										4.12 Presencia de escombreras – Detritos (IC)															
Items	Tipo		Volumen (m ³)			% Sección Afectada	No Viviendas afectadas			Estado del basurero			Items	Tipo		% Sección Afectada	Volumen (m ³)			No Viviendas afectadas			Estado de la escombrera		
	Dispersa	Acumulada	C	M Iz	M D		C	M Iz	M D	Act	Aband	Recu		Dispersa	Acumulada		C	M Iz	M D	C	M Iz	M D	Act	Aband	Recu
1.																									
2.																									
3.																									
4.																									
5.																									

4.13 Frecuencia de inundación (IC)																	
Mayor o igual a dos veces al año ___ L ___ D ___				Una vez al año _____ L ___ D ___				Hace mas de un año que no se presenta ___ L ___ D ___									
4.14 Viviendas susceptibles a riesgo de inundación (IC)						4.15 Estructuras (diferentes a viviendas) susceptibles a riesgo de inundación (IC)											
Items	No. Viviendas			Items	No. Viviendas			Items	No. de estructuras			Observaciones:					
	C	M Iz	MD		C	M Iz	MD		C	M Iz	MD						
1.				6.				1.									
2.				7.				2.									
3.				8.				3.									
4.				9.				4.									
5.				10.				5.									
4.16 Características del agua (IC)						4.17 Extracción de materiales											
Items	No. Vertimientos			Características físicas del agua en la corriente					Items	Tipo		Características		Nombre	Localización		
	C	M Iz	MD	Limpia	Turbia - Sucia	Espumas	Olores	Esco rren		Aluvial	Canter a	Forma l	Informal		C	M Iz	MD
1.									1.								
2.									2.								
3.									3.								
4.									4.								
5.									5.								
4.18 Capacidad Hidráulica de las estructuras (IC) (comportamiento del canal o la estructura, según la frecuencia de inundación)																	
Evacua normalmente : _____						Represamiento sin desbordes : _____						Desbordes: _____					
4.19 Estado de las estructuras hidráulicas (IC)																	
Items		Sí	No	Items		Sí	No	Items		Sí	No						
Inver Deteriorado				Faltan disipadores de energía				Faltan aletas de entrada - salida									
Agrietamiento en paredes laterales				Hay disipadores deteriorados				Hay presencia de malezas en las juntas de dilatación									
Gaviones Volcados				Hay presencia de grietas en la tapa				Hay desgaste en la malla de los Gaviones									
Volcamiento de losas o muros laterales				Obstrucción			%	Hay socavación de paredes									
4.20 Comentarios y observaciones en el tramo																	

--	--

4 LISTA DE ABREVIATURAS

IC:	Información de campo
POT:	Plan de Ordenamiento Territorial
m:	Longitud en metros
Prof:	Profundidad, medida en centímetros utilizada para los surcos y cárcavas
M Iz:	Margen izquierda
M D:	Margen derecha
C:	Cauce
Depós:	Material de depósitos para identificar deslizamientos, reptación y socavación en orilla.
Esc:	Material tipo escombros donde se puede presentar deslizamientos o reptación
Act:	Activo, abreviatura que se utiliza para el estado del basurero o de la escombrera
Aband:	Abandonado, abreviatura que se utiliza para el estado del basurero o de la escombrera
Recu:	Recuperación, abreviatura que se utiliza para el estado del basurero o de la escombrera
L:	Local
D:	Distante
Escorren:	Escorrentía, cuando no se observa el agua permanente en el cauce.

*1, Se relaciona los nombres de los proyectos como: Trabajemos por Mi Río, Plan Padrino, Procedas, Moneda Ecológica, Laderas, Convites, Navidad Ambiental, Praes y apoyo a PYMES y los de otras Instituciones diferentes a Mi Río que apliquen en el subtramo.

5. INFORMACIÓN SECUNDARIA DEL SUBTRAMO DE LA QUEBRADA EN LAS ÁREAS DE RETIRO:

5.1 Concesiones legales (IS Corantioquia- Área Metropolitana)								
Número	Tipo de uso del agua según concesión				Cota de captación (msnm)	Q Aforado (Lts/seg)	Q concedido (Lts/seg)	% Q
	Agrícola	Doméstico	Industrial	Otro				
1.								
2.								
5.2 Porcentaje de cobertura de acueducto (IS EPM- otros)								
> 75%: ____		50% - 75%: ____		25% - 50%: ____		< 25%: ____		
5.3 Pendiente del terreno (IS: SIG)								
> 60 ____ m : ____		40% - 60 ____ m : ____		30% - 40 ____ m : ____		< 30 % ____ m : ____		
5.4 Afectación de patrimonios culturales (IS: POT)								
Nombre		Dirección		Localización				
				C	MLz	MD		

ABREVIATURAS:

IS:	Información secundaria
Q:	Caudal
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
Lts/seg:	Litros por segundo
m:	metros
SIG:	Sistema de información geográfico
POT:	Plan de Ordenamiento Territorial
C:	Cauce
Miz:	Margen izquierda
MD:	Margen derecha

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La ficha de análisis del estado ambiental de las quebradas, fue elaborada de acuerdo con la información que se necesita para alimentar los indicadores ambientales. La estructura de la ficha, no el contenido, puede sufrir modificaciones en el tiempo para facilitar el levantamiento de la información en campo.
- Esta ficha no es una ficha de diagnóstico ni aplica para las visitas de solicitudes de la comunidad. Es una ficha para obtener información de la problemática ambiental de las quebradas en el área de retiro, que estará íntimamente relacionada con unos indicadores ambientales que permiten su articulación con un sistema de información geográfica (SIG) y un árbol para la toma de decisiones.
- Los indicadores pretenden unificar los criterios de recopilación y análisis de la problemática ambiental presentada en las quebradas y sus áreas de retiro, para que dicho criterio pueda ser aplicado en el tiempo de forma tal que permita obtener información uniforme y se pueda evaluar el estado, los cambios de la problemática y el efecto por la intervención.
- Una de las características principales que tienen los indicadores ambientales formulados en el presente estudio, radica en la posibilidad que ofrecen para comparar los estados actuales y futuros de una quebrada analizada.
- Posteriormente, cuando se calculen los indicadores ambientales con la información recopilada de las cuencas y procesada por el modelo que incluye la base de datos que relacionará el SIG, éstos necesitarán tener un proceso normal de validación para que se ajusten a la problemática real.
- Se considera que es muy importante que un grupo interdisciplinario esté a cargo del levantamiento de la información tanto primaria como secundaria y que previamente realice una lectura de los indicadores para entender cual es el propósito de la información requerida.

BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ, G.A. Metodologías de Estudios de Riesgos por deslizamientos a escala intermedia. 1992.

IGAC. Estudio General de suelos de la margen izquierda del río Chicamocha, al noreste de Duitama. Bogotá.

IGAC. Erosión y degradación actual de los suelos en: Suelos y Bosques de Colombia. Bogotá 1988.

Instituto Tecnológico Geominero de España. Evaluación y corrección de impactos ambientales. 1992.

Mi Río. Evaluación y priorización de 200 puntos críticos en quebradas de la ciudad. Ingta 1997.

Mi Río. Evaluación y priorización de 250 puntos críticos en las quebradas de la ciudad. Integral 1996.

Mi Río. Fichas de diagnóstico diligenciadas en las Alcaldías al aire libre. 2001.

Mi Río. Guía Ecológica y Ambiental. Medellín 1996.

Ministerio del Medio Ambiente. Manejo integrado de cuerpos de agua urbana. 1996

Planeación Municipal. Levantamiento integrado de cuencas hidrográficas del municipio de Medellín. 1992 – 1995.

Planeación Municipal. Perfil Ambiental del municipio de Medellín. Colnet 2001.

Planeación Municipal. Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Medellín. Documento técnico de soporte Tomo I, II. 1999.

Planeación Municipal. Acuerdo 62 por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Medellín. 1999.

Planeación Municipal. Análisis de puntos críticos y evaluación de retiros, zona Centro Oriental. 1996.

ZULUAGA, Clara. Diseño de indicadores ambientales para medir la gestión ambiental de Mi Río. 2001.

ANEXO 1

INDICADORES

Hoja metodológica y cálculo

<i>INDICADOR : RIESGO DE INUNDACIÓN (RI)</i>	<i>1</i>
<i>INDICADOR : VULNERABILIDAD POR AFECTAR A LA COMUNIDAD POR PROBLEMAS DE SALUD (VACPSI)</i>	<i>6</i>
<i>INDICADOR: INESTABILIDAD (I)</i>	<i>9</i>
<i>INDICADOR: SOCAVACIÓN (S)</i>	<i>15</i>
<i>INDICADOR : CONFLICTOS POR EL USO DEL RECURSO AGUA (CUA)</i>	<i>19</i>
<i>INDICADOR: CONFLICTOS POR EL USO DEL RECURSO SUELO (CUS)</i>	<i>27</i>
<i>INDICADOR : VULNERABILIDAD POR AFECTAR LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS (VAIH)</i>	<i>31</i>
<i>INDICADOR: MODIFICACIÓN DEL PAISAJE (MP)</i>	<i>34</i>
<i>INDICADOR: SUSCEPTIBILIDAD DE INVASIÓN DE TERRENOS (SIT)</i>	<i>39</i>
<i>INDICADOR: AFECTACIÓN DE HÁBITAT (AH)</i>	<i>43</i>
<i>INDICADOR : AFECTACIÓN DE LA BIÓTA ACUÁTICA (ABA)</i>	<i>47</i>

INDICADOR : RIESGO DE INUNDACIÓN (RI)

1. Descripción del indicador: Este indicador pretende medir la susceptibilidad de la población y de las estructuras expuestas en el área de retiro de las quebradas por causa de los fenómenos de anegación generalmente agudizados por las acciones antrópicas y las características mismas de la cuenca o microcuenca estudiada.

2. Variables relacionadas: El indicador relaciona variables propias de las características de la cuenca como la pendiente y crecientes anuales; así mismo se consideran los diferentes tipos de obstrucción que se pueden presentar de manera antrópica y natural en el cauce por las basuras, escombros y movimientos de tierra. Por ultimo se tienen en cuenta las personas e infraestructura que puede estar expuesta a este fenómeno natural. A continuación se describen las principales variables consideradas en el indicador.

- Obstrucción del cauce: Representa las situaciones donde se observa basuras, escombros o tierra, ya sea de forma dispersa o acumulada y que se localizan tanto en el cauce como en las márgenes. Tiene en cuenta además la frecuencia de recolección de las basuras, los tipos de asentamiento presente en el retiro o su alrededor y el estado en que se encuentra los basureros y las escombreras. Además considera las posibles obstrucciones del cauce por efectos de los procesos erosivos y de los movimientos de masa, asociados entre otras a las zonas de riesgo de la quebrada.
- Pendiente: La pendiente es la principal medida de la velocidad de escurrimiento de las corrientes de agua. A mayor pendiente mayor velocidad y a menor pendiente se tiene más probabilidad de aumentar el área de influencia de la llanura de inundación.
- Frecuencia de inundación: Para el análisis de probabilidad solo suele considerarse las inundaciones anuales, y normalmente esta es considerada como el evento más importante de cada año, razón por la cual se evalúa qué tan frecuente se presenta una creciente anual en el tramo.
- Afectación de la población y de estructuras: Esta variable es fundamental, dado que se debe dar prioridad de atención a las zonas donde hay mayor asentamiento y densidad poblacional, debido principalmente a que el riesgo aumenta a medida que en las áreas de influencia de los fenómenos de anegación se involucre la pérdida o afectación de la vida humana y/o de la infraestructura básica del sector.

3. Medición:

$RI = 0.25 * OC + 0.15 * PC + 0.20 * FI + 0.40 * API$, donde:

RI: Vulnerabilidad por inundación; OC: Es obstrucción del cauce; PC: Pendiente; FI: Frecuencia de inundación; API: Afectación de la población y de la infraestructura.

$$OC = 0.15 * OCB + 0.25 * OCE + 0.20 * ZR + 0.40 * IM$$

OCB: obstrucción del cauce por basuras; OCE: Obstrucción del cauce por escombros; ZR: Zonas de riesgos; IM: Inestabilidad y movimientos de masa.

$$OCB = 0.20 * DBD + 0.30 * DBA + 0.20 * EB + 0.20 * FR + 0.10 * TA$$

DBD: Disposición de basuras dispersas; DBA: Disposición de basura acumulada; EB: estado del basurero; FR: Frecuencia de recolección; TA: Tipo de asentamiento.

$$DBD = 0.30 * DBDi + 0.30 * VDBDi + 0.40 * PSDBDi$$

$$DBA = 0.30 * DBAi + 0.30 * VDBAi + 0.40 * PSDBAi$$

$$EB = \sum (EBi) / n; FR = \sum (FRi) / n$$

$$TA = \sum (TAi) / n$$

DBDi: Valor asignado a las diferentes disposiciones de las basuras dispersas ya sea en el cauce o las márgenes; VDBDi: Valor asignado a los diferentes volúmenes de basuras dispersas; PSDBDi: Valor asignado a los diferentes porcentajes de la sección afectada del cauce de la quebrada por las disposiciones de las basuras dispersas. DBAi: Valor asignado a las diferentes disposiciones de las basuras acumuladas ya sea en el cauce o las márgenes; VDBAi: Valor asignado a los diferentes volúmenes de basuras acumuladas; PSDBAi: Valor asignado a los diferentes porcentajes de la sección afectada del cauce de la quebrada por las disposiciones de las basuras acumuladas.

EBi: Valor asignado a los diversos estados del basurero, activo, abandonado o en recuperación; FRi: Valor asignado a las frecuencias de recolección, dos veces a la semana, una vez o ninguna; TAI: Valor asignado a los tipos de asentamientos, formal o informal; n : Corresponde al número de veces que se repite la clasificación de una variable en el tramo seleccionado.

$$OCE = 0.25 * DED + 0.50 * DEA + 0.25 * EE$$

DED: Disposición de escombros dispersos; DEA: Disposición de escombros acumulados; EE: Estado de la escombrera.

$$DED = 0.30 * DEDi + 0.30 * VDEDi + 0.40 * PSDEDi$$

$$DEA = 0.30 * DEAi + 0.30 * VDEAi + 0.40 * PSDEAi$$

$$EE = \sum (EEi) / n$$

DEDi: Valor asignado a las diferentes disposiciones de los escombros dispersos ya sea en el cauce o las márgenes; VDEDi: Valor asignado a los diferentes volúmenes de escombros dispersos; PSDEDi: Valor asignado a los diferentes porcentajes de la sección afectada del cauce de la quebrada por las disposiciones de los escombros dispersos. DEAi: Valor asignado a las diferentes disposiciones de los escombros acumulados ya sea en el cauce o las márgenes; VDEAi: Valor asignado a los diferentes volúmenes de escombros acumulados; PSDBAi: Valor asignado a los diferentes porcentajes de la sección afectada del cauce de la quebrada por las disposiciones de los escombros acumulados.

EEi: Valor asignado al estado de la escombrera, activo, abandonado o en recuperación; n :

Corresponde al número de veces que se repite la clasificación de una variable en el tramo seleccionado.

$$PC = \sum (PCi) / n; FI = fai * \sum (Fli) / n$$

PCi: Valor asignado a los diferentes tipos de clasificación de pendientes del terreno; Fli: Valor asignado a las diferentes disposiciones de clasificación de las frecuencias de inundación; fai: factor multiplicador debido a las características del área de influencia de la inundación, si es local o distante.

$$API = 0.40 * AP + 0.20 * AE + 0.20 * EH + 0.20 * APC$$

API: Afectación de la población y de la infraestructura; AP: Afectación de personas; AE: Afectación de estructuras; EH: Estado de las estructuras hidráulicas; APC: Afectación de patrimonios culturales.

$$AP = 0.60 * VC + 0.40 * VM$$

$$AP = 0.60 * \sum (VCi) / n + 0.40 * \sum (VMi) / n$$

VC: Número de viviendas que se encuentran en el cauce; CM: Número de viviendas que se encuentran en las márgenes. VCi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones por número de viviendas que se encuentran en el cauce; CMi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones por número de viviendas que se encuentran en las márgenes.

$$AE = 0.60 * EC + 0.40 * EM$$

$$AE = 0.60 * \sum (ECi) / n + 0.40 * \sum (EMi) / n$$

EC: Número de estructuras diferentes a viviendas que se encuentran en el cauce; EM: Número de estructuras diferentes a viviendas que se encuentran en las márgenes. ECi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones por número estructuras (sin incluir viviendas) que se encuentran en el cauce; EMi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones por número estructuras (sin incluir viviendas) que se encuentran en las márgenes.

$$EH = 0.50 * CH + 0.50 * EEH$$

$$EH = 0.50 * \sum (CHi) / n + 0.50 * \sum (EEHi) / n$$

CH: Capacidad hidráulicas de las estructuras; EEH: Estado de las estructuras hidráulicas. CHi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones de la capacidad hidráulica de las estructuras; EEHi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones del estado de inspección de las estructuras hidráulicas.

$APC = \sum (APCi) / n$, APCi: Valor asignado a las diferentes clasificaciones dadas por la afectación del patrimonio cultural.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

4. Importancia del indicador: Debido a la naturaleza cambiante de las áreas inundables adyacentes a las quebradas, éstas se deben examinar para identificar la manera en que pueden afectar el desarrollo o ser afectadas por él. Este indicador nos permite evaluar el grado del impacto e identificar cuales de sus variables influyen en el incremento de la vulnerabilidad por la inundación para implementar tanto acciones correctivas como preventivas.

5. Relación con otros indicadores: Las variables de riesgo de inundación que hacen parte de otros indicadores son: Inestabilidad y movimientos de masa; la capacidad hidráulica y el estado de las estructuras que hacen parte del indicador de Vulnerabilidad de afectar las estructuras hidráulicas.

6. Disponibilidad de la información: La mayoría de la información es recolectada en campo, pero se puede complementar con información secundaria en aspectos tales como:

- Frecuencia de recolección de las basuras: a pesar de que esta información puede ser consultada en campo, se puede complementar con los datos de cobertura que suministra Empresas Varias de Medellín.
- Tipos de asentamientos: Cuando exista duda en campo sobre si el asentamiento es informal o formal, se puede aclarar la información en Planeación Municipal.
- Zonas de riesgo: Para identificar estas áreas se puede consultar el POT y las estadísticas del SIMPAD.
- Frecuencia de inundación: La ocurrencia de dicho fenómeno se puede determinar mediante revisión de bibliografía, también consultas al Simpad, Mi Río y Planeación Municipal; además por medio de entrevistas a la comunidad.
- La capacidad hidráulica y el estado de las estructuras: además de realizarse una inspección visual en campo, se puede consultar los estudios específicos realizados por Mi Río, Planeación Municipal y el Simpad.
- Identificación de la existencia de los patrimonios culturales: Para la localización de estas áreas se puede consultar el POT.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: RIESGO DE INUNDACIÓN**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuentes	Clasificación	valor
1	25%	Obstrucción del cauce	15%	Basuras		Se trae el valor del indicador		
			25%	Escombros		Se trae el valor del indicador		
			20%	Zonas de riesgo		POT	Zona de alto riesgo no recuperable	0.9
			40%	Inestabilidad		SIMPAD	Zona estable o inestable de manejo especial	0.6
2	15%	Pendiente	100%			Campo SIG	Alta (> 60%) Media alta (40%-60%) Media (30%-60%) Baja (0%-30%)	0.1 0.2 0.6 1.0
3	20%	Frecuencia de inundación	100%	Frecuencia		Campo Municipio_ Mi Rio simpad	≥ 2 veces al año ≤ 1 vez al año ≥ 1 que no se presenta	0.9 0.6 0.2
				Factor área de Influencia		Campo	Local Distante	1.0 1.5

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: RIESGO DE INUNDACIÓN**

4	40%	Afectación de la población e infraestructura	40%	Afectación de personas	60%	Campo	Numero de viviendas en el cauce	0 1-5 5-10 10-20 >20	0 0.3 0.6 0.8 1.0
					40%	Campo	Numero viviendas en las margenes	0 1-5 5-10 10-20 >20	0 0.3 0.6 0.8 1.0
					20%	Afectación de infraestructuras	60%	Campo	Numero de infraestructuras en el cauce diferentes a viviendas

INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: RIESGO DE INUNDACIÓN

				40%	Campo	Numero de infraestructuras en las margenes diferentes a viviendas	0 1-5 5-10 10-20 >20	0 0.3 0.6 0.8 1.0
			20%	Infraestructuras hidráulicas	50%	Se trae el valor de la subvariable capacidad hidráulica del indicador de vulnerabilidad de afectar las estructuras hidráulica	Capacidad hidráulica	
					50%	Se trae el valor de la variable secundaria estado de la infraestructura del indicador de vulnerabilidad de afectar las estructuras hidráulica	Estado de la infraestructura	
			20%	Afectación de patrimonios culturales		Campo - POT Municipio_ Mi Rio	Cauce Margen	1.0 0.8

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: OBSTRUCCIÓN DEL CAUCE POR BASURAS**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuelle	Clasificación	valor
1	20%	Disposición de basuras de forma dispersa	30%	Dispersa		Campo	Disp. en el cauce	0.7
							Disp. en las margenes	0.4
			30%	Volumen	m ³	Campo	0	0
							0-1	0.1
							"1-2	0.2
							"2-5	0.5
"5-10	0.7							
>10	0.9							
40%	% de sección de cauce afectada	%		0%	0.0			
				0-20%	0.2			
				20-40%	0.4			
				40-60%	0.7			
				60-90%	1.0			
				90-100%	1.0			
2	30%	Disposición de basuras de forma acumulada	30%	Acumulada		Campo	Disp. en el cauce	0.8
							Disp. en las margenes	0.5
			30%	Volumen	m ³	Campo	0	0
							0-1	0.1
							"1-2	0.2
							"2-5	0.5
"5-10	0.7							
>10	0.9							
40%	% de sección de cauce afectada	%		0%	0.0			
				0-20%	0.2			
				20-40%	0.4			
				40-60%	0.7			
				60-90%	1.0			
				90-100%	1.0			
3	20%	Estado de los basureros	100%			Campo	Basurero Activo	0.9
							Basurero abandonado	0.6
							Basurero en recuperación	0.4
4	20%	Frecuencia de recolección Basuras en la semana	100%			Campo Emp Varias	(≤ 1) 0-1	1.0
							"1-2	0.5
							≥ 2	0.1
5	10%	Asentamientos margenes y/o cauce	100%			Campo Municipio	Informal	1.0
							Formal	0.1

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: OBSTRUCCIÓN DEL CAUCE POR ESCOMBROS**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuelle	Clasificación	valor
1	25%	Disposición de escombros de forma dispersa	30%	Dispersa		Campo	Disp. en el cauce Disp. en las margenes	0.8 0.5
				Volumen	m ³	Campo	0	0
							0-1	0.1
			"1-2				0.2	
			"2-5				0.5	
			"5-10				0.7	
			>10	0.9				
			40%	% de sección de cauce afectada		0%	0.0	
						0-20%	0.2	
20-40%	0.4							
40-60%	0.7							
60-90%	1.0							
90-100%	1.0							
2	50%	Disposición de escombros de forma acumulada	30%	Acumulada		Campo	Disp. solo en el cauce Disp. solo en las margenes	0.9 0.6
				Volumen	m ³	Campo	0	0
							0-1	0.1
			"1-2				0.2	
			"2-5				0.5	
			"5-10				0.7	
			>10	0.9				
			40%	% de sección de cauce afectada		0%	0.0	
						0-20%	0.2	
20-40%	0.4							
40-60%	0.7							
60-90%	1.0							
90-100%	1.0							
3	25%	Estado de las escombreras	100%			Campo	Escombrera Activa Escombrera abandonada Escombrera en recuperación	1.0 0.7 0.5

INDICADOR : VULNERABILIDAD POR AFECTAR A LA COMUNIDAD POR PROBLEMAS DE SALUD (VACPSI)

1. Descripción del indicador: Este indicador pretende medir de la susceptibilidad que puede tener la población cuando se expone a diferentes factores ambientales críticos que afectan la salud. Los factores ambientales pueden ser las aguas contaminadas, aguas estancadas y las áreas cercanas a los basureros; ya que son sitios propicios para que se generen los vectores de diferentes enfermedades como de la piel, respiratorias y diarreicas, entre otras.

2. Variables relacionadas: Las variables asociadas al indicador son los sitios de disposición de basuras, de escombros, sitios donde se realizan los vertimientos de aguas residuales y además donde se presentan obstrucciones del cauce o que el flujo del agua no fluye normalmente permitiendo los estancamientos. A continuación se describen las principales variables consideradas en el indicador.

- Obstrucción del cauce por basuras y escombros: Representa las situaciones donde se observa basuras, escombros o inertes, ya sea de forma dispersa o acumulada y que se localizan tanto en el cauce como en las márgenes. Tiene en cuenta además la frecuencia de recolección de las basuras, los tipos de asentamiento presente en el retiro o su alrededor y el estado en que se encuentra los basureros y las escombreras.
- Características de las aguas: Considera el estado del cuerpo de agua (limpia, turbia, espumas y olores).
- Tipos de asentamientos presentes en el retiro y sus alrededores: Esta información es asociada con la frecuencia de recolección de basuras, con la cobertura que tiene la zona de estudio en cuanto a los servicios públicos; permitiendo establecer zonas y poblaciones más vulnerables que otras para contraer problemas de salud debido a las características ambientales que los rodea.

3. Medición:

$VACPS = 0.35 * OCB + 0.10 * OCE + 0.35 * CA + 0.20 * AS$, donde:

VACPS: Vulnerabilidad por afectar a la comunidad por problemas de salud; OCB: obstrucción del cauce por basuras; OCE: Obstrucción del cauce por escombros; CA: Características de las aguas del cauce de la quebrada debido a los vertimientos de aguas residuales; AS: Asentamientos humanos. OCB y OCE son retomadas del indicador de vulnerabilidad por inundación.

$$CA = \sum (CAVi) / n$$

CA: Características de la calidad del agua en el tramo analizado. CAVi: Valor asignado a las

diferentes clasificaciones de las características de los vertimientos y de la calidad del agua en el tramo analizado.

$$AS = 0.50 * TA + 0.50 * CSP$$

TA: Tipo de asentamientos, retomado del indicador de vulnerabilidad por inundación; CSP: Cobertura de los servicios públicos (acueducto y alcantarillado), retomado del indicador de conflictos por el uso del agua.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

4. Importancia del indicador: A pesar de tener la ciudad de Medellín una cobertura en la recolección de basuras y de servicios públicos de muy buena calidad. En las áreas de retiro de las quebradas y especialmente en las zonas marginadas, las coberturas varían considerablemente, y conjugados con la calidad de vida que presenta la población aledaña a la quebrada la situación de la problemática de la salud puede variar significativamente. Este indicador nos permite evaluar que tan vulnerable es la población a sufrir problemas de salud cuando convive en condiciones ambientales adversas; de modo que se podan implementar tanto acciones correctivas como preventivas.

5. Relación con otros indicadores: Las variables de obstrucción del cauce por basuras y escombros, y tipo de asentamiento hace parte del indicador de vulnerabilidad de la inundación. La variable de cobertura de los servicios públicos está relacionada con el indicador de conflictos por el uso del agua.

6. Disponibilidad de la información: La mayoría de la información es recolectada en campo, o está asociada con la frecuencia de recolección de las basuras, tipos de asentamientos del indicador de vulnerabilidad de la inundación.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: VULNERABILIDAD AFECTAR A LA COMUNIDAD POR PROBLEMAS DE SALUD**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuelle	Clasificación	valor
1	35%	Obstrucción del cauce Por basuras	100%	Se trae el valor del indicador		Campo		
2	10%	Obstrucción del cauce por escombros	100%	Se trae el valor del indicador		Campo		
3	35%	Características del agua	100%	Características del agua		Campo	Escorrentia Limpia Turbia - sucia Espumas Olores	0.0 0.0 0.8 0.8 0.8
4	20%	Asentamientos	50%	Tipo de asentamiento		Campo	Informal: Desplazados, intinerantes, invasiones, barrios piratas, barrios estratos 1 y 2 Formal: barrios planificados, urbanizaciones, conjuntos residenciales, estratos 3, 4, 5 y 6	0.8
						Municipio		0.1
			50%	Cota de servicios		Se trae el valor del indicador		

INDICADOR: INESTABILIDAD (I)

1. Descripción del indicador: El indicador evalúa la inestabilidad del suelo en la quebrada a partir de la presencia de procesos erosivos y de deslizamientos.

Sobre el concepto de erosión se presentan algunas divergencias:

- Arranque y movimiento del material del suelo que incluye los movimientos en masa subdivididos en deslizamientos y flujos (Soil Survey Staff, 1992).
- Fenómeno en el cual existe arranque y transporte inicial por un agente (agua, aire, hielo, animales, hombre), debiéndose excluir los movimientos en masa, ya que estos se consideran traslocaciones del material por acción de la gravedad (González, 1992).
- Procesos o conjunto de estos, de diferentes grados de intensidad, llevados a cabo por el agua, el viento y los organismos, que degradan las tierras y dejan en ellas sus huellas o marcas (tipos y formas resultantes) a través de las cuales puede evaluarse l y cartografiarse la erosión (IGAC, 1996).

Para efectos de evaluar los procesos erosivos en las quebradas, se partió del marco conceptual y en la discusión de expertos se determinó considerar la erosión como el conjunto de procesos que producen pérdidas de materiales, en grado variable, por la acción natural de agentes morfogénicos (agua, viento) y que puede acelerarse por acción del hombre. Se incluyen los procesos de separación, transporte y pérdida de materiales; no se consideran ni la depositación de materiales ni los movimientos en masa.

Como deslizamientos se consideraron los movimientos de suelo que se producen por efectos de la gravedad y que pueden ser inducidos por el hombre con actividades como las de excavación para extraer materiales, las cuales imponen fuerzas que desestabilizan el suelo.

2. Variables relacionadas.

Para evaluar la presencia de procesos erosivos que puedan afectar la estabilidad del suelo en los subtramos, en los tramos y en la quebrada, se determinó trabajar con las siguientes variables:

- Surcos: Para la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS, 1996).

Terminology for Soil Erosion and Conservation), la erosión por surcos es un proceso erosivo en el cual se forman numerosos y pequeños canales que varían de profundidad. El rango para la evaluación de la profundidad propuesto por la Sociedad es de 5 a 20/30 cm.

Como variables secundarias de la variable surcos se consideran la profundidad y el área que este afectada.

Los rangos de profundidad considerados son los siguientes:

- Superficial: Surcos con una profundidad menor de 10 centímetros.
- Moderada: Surcos con una profundidad entre 10 y 20 centímetros.
- Profunda: Surcos con una profundidad mayor de 20 centímetros.

Los rangos de área afectada considerados son los siguientes:

- 0 m²
- 1 a 10 m²
- > 10 a 50 m²
- > 50 a 100 m²
- > 100 m²

Cárcavas: La Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (1996), define la erosión en cárcavas como el proceso erosivo por medio del cual el agua se concentra en canales estrechos removiendo el suelo a profundidades entre 20/30 cm hasta 20 m.

Como variables secundarias de la variable cárcavas se consideraron la profundidad y el área afectada.

Los rangos de profundidad considerados son los siguientes:

- Superficial: menor de 1 m

- Moderado: 1 a 5 m
- Profundo: mayor de 5 m

Los rangos de área afectada son los siguientes:

- 0 m²
 - 1 - 20 m²
 - > 20 – 100 m²
 - > 100 – 200 m²
 - > 200 m²
- Deslizamiento: Se consideran como el movimiento de tierra, detritos rocosos y lodos.

Para evaluar la inestabilidad por deslizamientos se determinó trabajar con tres variables secundarias: Presencia, Área afectada y Tipo de material

Presencia: se refiere al número de deslizamientos que puedan encontrarse en el tramo que se analiza. Los rangos de clasificación son los siguientes:

- Leve: 1 a 2 deslizamientos
- Moderado: 3 a 4 deslizamientos
- Fuerte: más de 4

El área afectada se refiere a la superficie que ocupan los deslizamientos. Los rangos de clasificación son los siguientes:

- 0 m²
- 1 – 50 m²
- > 50 – 200 m²

- > 200 – 500 m²
- > 500 m²

Tipo de materiales: Se tienen en cuenta las características del material y su relación con el material sobre el cual se encuentra dispuesto. Los materiales considerados son los siguientes:

- Escombrera: Es totalmente artificial. Son materiales heterogéneos que pueden presentar características diferentes entre ellos al interior de una misma masa de escombros. Al estar colocados sobre otro material presentan una zona de discontinuidad que en un momento dado puede facilitar su arrastre.
- Depósitos: Son materiales que llegaron al sitio por arrastre y por el cambio de pendiente se acumularon; se encuentran en un equilibrio inestable y pueden ser desestabilizados nuevamente por cualquier agente (saturación, actividad antrópica, sismo, etc)
- Suelos: Son más estables que los anteriores porque tienen características naturales de estabilidad. Su inestabilidad se debe a presencia de estructuras heredadas de la roca como planos de diaclasamiento o fracturas.

4. Medición: Para medir el indicador se tiene la siguiente fórmula:

$$I = (VS)*P + (VC)*P + (VD)*P$$

Donde: I = Inestabilidad; VS = Valor surcos; VC = Valor cárcavas; VD = Valor deslizamiento; P = Ponderadores.

Los valores de los ponderadores son los siguientes: VS, 20%; VC, 30% y VD, 50%

Los valores de las variables se toman de las siguientes fórmulas:

- $VS = (Prs)*P + (A)*P$; donde: VS = Valor de la variable Surco; Prs = Profundidad del surco (variable secundaria); A = Área afectada (variable secundaria); P = Ponderador de cada una de las variables. El valor del ponderador es 50% para cada variable.
- $VC = (Prc)*P + (A)*P + (R)*P$; donde: VC = Valor de la variable cárcava; Prc = Profundidad de la cárcava (variable secundaria); A = Área afectada (variable secundaria); P = Ponderador. Los valores de los ponderadores para cada variable

son los siguientes: Prc, 40% y A, 60% .

$VD = (Pr)*P + (A)*P + (TM)*P$; donde: VD = Valor de la variable deslizamiento; Pr = Presencia de deslizamiento (variable secundaria); A = Área afectada (variable secundaria); TM = Tipo de material (variable secundaria) y P = Ponderador de cada variable. Los valores de los ponderadores de las variables son los siguientes: Pr, 40%; A, 30% y TM 30%.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

5. Importancia del indicador: La determinación de la inestabilidad del suelo permite establecer medidas correctoras que prevengan los impactos que pueden generarse sobre las infraestructuras de las obras localizadas en la quebrada o cerca de ella y los bienes y las vidas de las personas asentadas en la cuenca, como consecuencia de los desprendimientos masivos de tierra.

6. Relación con otros indicadores: Las variables de este indicador no hacen parte de otros, por lo tanto no tiene una relación directa con ellos.

7. Disponibilidad de la información: La información se obtendrá por observaciones de campo.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: INESTABILIDAD**

N°	%	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderador %	unidad	fuelle	clasificación	valor
1	20%	Surco	Profundidad	50%	cm	Campo	Superficial (menor de 10 cm)	0.2
							Moderado (10 a 20 cm)	0.4
							Profunda (mayor de 20 cm)	1.0
			Área afectada	50%	m ²	Campo	0	0
							0-10	0.2
							10-50	0.5
							50-100	0.8
>100	1.0							
2	30%	Cárcava	Profundidad	40%	m	Campo	Superficial (menor de 1 m)	0.4
							Moderada (1 a 5 m)	0.6
							Profunda (mayor de 5 m)	1.0
			Área afectada	60%	m ²	Campo	0	0
							0-20	0.3
							20-100	0.5
							100-200	0.7
>200	1.0							
3	50%	Deslizamiento	Presencia	40%	No	Campo	Leve (1 a 2)	0.4
							Moderado (3 a 4)	0.7
							Fuerte (más de 4)	1.0
			Área afectada	30%	m ²	Campo	0	0
							0-50	0.2
							50-200	0.4
							200-500	0.7
>500	1.0							
Tipo de material	30%		Campo	Suelo	0.4			
				Depósito	0.7			
				Escombrera	1.0			

INDICADOR: SOCAVACIÓN (S)

1. Descripción del indicador: Este indicador evalúa la incidencia y la posible evolución de los procesos de socavación identificados en el cauce y las orillas. Esta evaluación se hace a partir de la vulnerabilidad de los materiales que conforman el cauce y las orillas. Hacer esta evaluación a partir de los materiales significa una abstracción que ignora otros factores intrínsecos con influencia en el proceso de socavación, como son la sección transversal, la forma del cauce, el tipo de materiales que constituyen la carga de sedimentos en transporte y el tipo de flujo, además de algunos extrínsecos como son las precipitaciones y los caudales de escorrentía que se pueden concentrar en el cauce en determinado evento. Sin embargo, para los efectos de este trabajo se considera que la vulnerabilidad debida a los materiales es suficientemente sintomática para definir una posible evolución del proceso una vez que se ha detectado.

2. Variables relacionadas:

Socavación local: se presenta en sitios particulares de la corriente y es ocasionada por el paso de crecientes y por la acción de obras civiles, como obras de encauzamiento, espolones, puentes con pilas o estribos dentro del cauce, obras transversales de control, etc.

Socavación general: es la que se produce en lechos por efecto de la dinámica de la corriente y está relacionada con la conformación del nivel de base. Es un fenómeno a largo plazo, los eventos catastróficos pueden acelerarlo.

Características o estado de la socavación:

Socavación avanzada: Cuando el proceso de socavación tiene un progreso tal que necesita intervención, porque de seguir avanzando puede afectar la estabilidad de las orillas, viviendas u obras que estén en el sector de interés. Se considera que el proceso reviste mayor riesgo si los elementos amenazados son viviendas, en orden descendente seguiría si son muros o vías y finalmente si no hay infraestructura.

Socavación moderada: Cuando el proceso tiene posibilidades de evolucionar, pero actualmente no representa amenaza.

Socavación baja: Cuando el proceso es incipiente, no tiene posibilidad de evolucionar y no representa amenaza.

Viviendas o estructuras: Está ligado a la variable anterior y se le asigna un peso mayor en caso que la socavación afecte viviendas que si afecta una estructura.

Tipo de material en la orilla:

Orillas en roca; conformadas por roca in situ fresca o algo meteorizada (no parte fácilmente con el martillo).

Orillas en depósitos, conformadas por terrazas aluviales o por depósitos de ladera.

Orillas en suelo; conformadas por suelos residuales o roca completamente meteorizada.

Tipo de material en el cauce:

Lecho en roca: es el conformado por roca in situ fresca o algo meteorizada (no parte fácilmente con el martillo).

Lecho pedregoso: es el conformado por bloques rodados de roca, o bloques de roca en matrices arenosas o finogranulares.

Lecho en suelo residual: es el conformado por suelos residuales o roca completamente meteorizada.

4. Medición:

$$S = 0.10 (Ts) + 0.30 (Ca) + 0.20 (VE) + 0.2 (Tmo) + 0.20 (Tmc)$$

Donde:

S: Socavación

Ts: Tipo de socavación

Ca: Características o estado de la socavación

VE: Viviendas o estructuras

Tmo: Tipo de material en la orilla

Tmc: Tipo de material en el cauce

$$Ts = \sum VaTs_i / n$$

$$Ca = \sum VaCa_i / n$$

$$Ve = \sum VaVE_i / n$$

$$Tmo = \sum VaTmo_i / n$$

$$Tmc = \sum VaTmc / n$$

Va: Valor asignado

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

5. Importancia del indicador: La determinación de procesos de socavación permite establecer medidas correctoras o de prevención para atender los impactos que se pueden producir sobre la infraestructura, los bienes y las vidas de personas asentadas en los retiros de las quebradas como consecuencia de desprendimientos, deslizamientos o efectos de eventos torrenciales.

7. Relación con otros indicadores: Las variables de este indicador no hacen parte de otros, por lo tanto, no tienen relación directa con ellos.

7. Disponibilidad de la información: La información se obtendrá por observaciones de campo.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: SOCAVACIÓN**

N°	%	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderador %	unidad	fuelle	clasificación	valor
1	10%	Tipo de socavación		100%		Campo	Local	0.8
							General	0.4
2	30%	Características o estado		100%		Campo	Avanzado	1.0
							Moderado	0.6
							Bajo	0.1
3	20%	Viviendas, estructuras		100%		Campo	Vivienda	0.8
							Estructura	0.3
4	20%	Tipo de material en la orilla		100%		Campo	en roca	0.4
							en depósitos	0.6
							en suelo residual	0.8
5	20%	Tipo de material en el cauce		100%		Campo	Rocoso	0.4
							Pedregoso	0.6
							En suelo residual	0.8

INDICADOR : CONFLICTOS POR EL USO DEL RECURSO AGUA (CUA)

Descripción del indicador: Relación existente entre la oferta y la demanda sobre el recurso agua con base en las condiciones naturales y antrópicas que ejercen presión sobre el agua.

2. Variables relacionadas:

Captación del agua:

- Concesiones para el uso del agua: Son los permisos concedidos por la autoridad ambiental, Corantioquia (suelo rural) y Area Metropolitana (suelo urbano), para el uso específico en actividades agrícolas, industriales o domésticas.
- Captaciones no legalizadas: Son las captaciones sin permiso donde se observan conducciones no adecuadas. Estas captaciones a su vez pueden ser:

Informales: se refiere al número de mangueras, pequeñas presas o canecas que se utilizan para la captación.

Formales: se refiere al número de tanques con desarenador o estructuras civiles más complejas utilizadas para la captación.

El peso para las captaciones formales estará determinado por el uso para el cual fue solicitado, teniendo mayor peso para el uso industrial y en las captaciones no legalizadas el peso mayor será para las denominadas Formales.

Grado de afectación del agua:

- Condición que influye en la demanda del recurso por el nivel de deterioro en la calidad del agua, observando si es de escorrentía, si se observa limpia (cristalina) o presenta algún grado de turbiedad, olores o espumas. El peso mayor estará dado para la condición de agua limpia.
- **Cobertura vegetal:**

Son las condiciones que afectan la oferta en cantidad y calidad del agua.

- **Áreas de protección de nacimientos:** Con base en que el retiro de protección es de 100 m se tiene en cuenta la existencia o no de cobertura vegetal que incide en la cantidad, calidad y conservación del agua. Se determinará el porcentaje de área del tipo de cobertura en el nacimiento teniendo en cuenta el predominio de área en bosque intervenido y rastrojo alto, en caso de encontrar plantaciones en la categoría de protector productor se observará el manejo que se realice para determinar la incidencia en el área de protección, si se presenta rastrojo bajo se debe observar si es una zona abandonada transitoriamente o si es para que se de un proceso de sucesión (lo anterior se relaciona con el uso del área colindante). Lo que más incide en forma negativa sobre el porcentaje del área de nacimiento es la existencia de pastos, cultivos, zonas ornamentales y sin cobertura.
- **Bosque Intervenido:** Corresponde a relictos de bosques naturales. A pesar de que conserva parte de la estructura del bosque original, su composición varía con respecto a éste por que le han extraído parte de las especies que lo componían inicialmente.
- **Rastrojo Alto:** Corresponde a la cobertura vegetal que se encuentra en un estado de sucesión secundaria temprana. No conserva la estructura del bosque natural pero pueden encontrarse especies con alturas promedio entre 2 y 3 tres metros e incluso en algunos casos alcanzar hasta 5 metros. Las especies que componen esta cobertura son típicas de zonas intervenidas
- **Rastrojo Bajo:** Corresponde a la cobertura vegetal donde apenas se está iniciando el procesos de sucesión. Por esta razón, las especies que la componen son, en su mayor parte, herbáceas y arbustivas de porte bajo.
- **Plantaciones Forestales:** Es la cobertura vegetal correspondiente a especies arbóreas manejadas como cipreces, pinos, eucaliptos, entre otras.
- **Pastos:** Se refiere a la cobertura con pastos nativos o introducidos como gramas, kikuyo, elefante, india, yaraguá, entre otros.
- **Cultivos:** Se tienen en cuenta tanto los cultivos permanentes como transitorios que se encuentran en el área de retiro.
- **Ornamental:** Se refiere a las áreas de retiro que son tratadas en los programas de paisajismo del Instituto y zonas verdes de las urbanizaciones que presentan especies arbustivas, arbóreas y herbáceas de acuerdo con un arreglo espacial definido.

- Sin cobertura: corresponde a las áreas de vivienda o construcciones en general que se encuentren en el área de retiro o sobre el cauce; además de las áreas de extracción de materiales y obras como puentes, carreteras, placas deportivas, entre otros que no permiten la infiltración del agua.

Los pesos asociados a cada una de estas coberturas reflejan la preservación del recurso agua; siendo la condición más óptima, la existencia de bosque y la condición más crítica, la carencia de cualquier tipo de cobertura vegetal es decir, sin cobertura.

Cota de servicios públicos:

Es el límite hasta donde se puede realizar una adecuada dotación de servicios públicos, sin embargo se presentan sectores en la ciudad que no presentan una cobertura del 100%, en especial en zonas de expansión urbana y en los asentamientos de desarrollo incompleto e inadecuado. La cobertura incluye cualquier tipo de abastecimiento de agua ya sea directamente de EPM o por medio de acueductos comunales o veredales.

3. Medición:

$$CUA = 0.4(CA) + 0.20(GAA) + 0.25(CV) + 0.15(CSP)$$

$$CA = 0.40(CUA) + 0.60(CNL)$$

$$CUA = 0.30(UAG) + 0.50(UIN) + 0.20(UDO)$$

$$UAG = Vag \sum fag / n$$

$$UIN = Vin \sum fin / n$$

$$UDO = Vdo \sum fdo / n$$

$$CNL = 0.40(NCI) + 0.60(NCF)$$

$$NCI = \sum Vci / n$$

$$NCF = \sum Vcf / n$$

$$GGA = VAR$$

$$CV = 0.60(APN) + 0.40(TCV)$$

$$APN = \sum Vapn / n$$

$$TCV = 0.20(BI) + 0.15(Ra) + 0.10(Rb) + 0.15(PF) + 0.10(P) + 0.10(C) + 0.10(O) + 0.10(SC)$$

$$BI = Vbi \sum fbi / n$$

$$Ra = Vra \sum fra / n$$

$$Rb = Vrb \sum frb / n$$

$$PF = Vpf \sum fpf / n$$

$$P = Vp \sum fp / n$$

$$Cu = Vc \sum fc / n$$

$$O = Vo \sum fo / n$$

$$SC = Vsc \sum fsc / n$$

$$CSP = PCA = \sum Vpca / n$$

Donde:

CUA: Conflicto por uso del agua

CA: Captación del agua

GAA: Grado de Afectación del Agua

CV: Cobertura Vegetal

CSP: Cota de Servicios Públicos

CUA: Concesiones para el uso del agua

CNL: Captaciones no legalizadas

UAG: Uso Agrícola

UIN: Uso Industrial

UDO: Uso Doméstico

Vag: Valoración por captaciones para uso doméstico

Fag: Factor que corresponde a la afectación por concesiones para el uso agrícola

n: Número de veces que se presente la misma condición en el tramo

Vin: Valoración por captaciones para uso industrial

Fin: Factor que corresponde a la afectación por concesiones para el uso industrial

Vdo: Valoración por captaciones para uso doméstico

Fdo: Factor que corresponde a la afectación por concesiones para el uso doméstico

NCl: Número de captaciones informales

NCF: Número de captaciones formales

Vci: Valoración por captaciones informales

Vcf: Valoración por captaciones formales

VAR: Características de los vertimientos de aguas residuales

APN: Area de protección de nacimientos

Vapn: Valoración por porcentaje de área protegida en el nacimiento

TCV: Tipo de cobertura vegetal

BI: Bosque intervenido

Ra: Rastrojo alto

Rb: Rastrojo bajo

<p>PF: Plantación forestal</p> <p>P: Pastos</p> <p>Cu: Cultivos</p> <p>O: Ornamental</p> <p>SC: Sin cobertura</p> <p>Vbi: Valoración por cobertura en bosque intervenido</p> <p>Vra: Valoración en cobertura en rastrojo alto</p> <p>Vrb: Valoración por cobertura en rastrojo bajo</p> <p>Vpf: Valoración por cobertura en plantación forestal</p> <p>Vp: Valoración por cobertura en pastos</p> <p>Vcu: Valoración por cobertura en cultivos</p> <p>Vo: Valoración por cobertura en ornamentales</p> <p>Vsc: Valoración por áreas que no tienen cobertura vegetal</p> <p>Fbi: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en bosque intervenido</p> <p>Fra: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en rastrojo alto</p> <p>frb: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en rastrojo bajo</p> <p>fpf: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en plantaciones forestales</p> <p>fp: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en pastos</p> <p>fc: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en cultivos</p> <p>fo: Factor que corresponde a la afectación por cobertura en ornamentales</p> <p>fsc: Factor que corresponde a la afectación por falta de cobertura vegetal</p> <p>PCA: Porcentaje en cobertura en acueducto</p> <p>Vpca: Valoración por porcentaje en cobertura de acueducto</p> <p>Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.</p>
<p>4. Importancia del indicador: Determinar en forma aproximada la diferencia entre oferta y demanda del agua con base en acciones o usos que están ejerciendo una presión sobre el recurso y generan un impacto en la disminución de la posibilidad del agua, deterioro de las cuencas y pérdida de la fauna acuática.</p>
<p>Relación con otros indicadores: Se tiene en cuenta la variable de características del agua en el indicador de Vulnerabilidad de afectar a la comunidad por problemas de salud.</p>
<p>8. Disponibilidad de la información: Información Secundaria necesaria para el</p>

indicador se obtendrá de las siguientes fuentes:

- Concesiones para el uso del agua: Corantioquia, Área Metropolitana.
- Retiros de protección a nacimientos: Municipio de Medellín – Planeación Municipal, fotografías aéreas.
- Porcentaje de cobertura del servicio de acueducto: Empresas Públicas de Medellín

La demás información será recogida en campo durante el levantamiento de información.

**INDICADORES PARA LA FICHA DE ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: CONFLICTOS DE USO DEL AGUA**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuelle	Clasificación	valor	
1	40%	Captación del agua	40%	Concesiones para el uso del agua	30%	Corantioquia	Agrícola - otros	0.6	
					50%	Corantioquia	Industrial	0.9	
					20%	Corantioquia	Doméstico	0.1	
			60%	Captaciones no legalizadas	40%	Campo	Numero de captaciones informales	0	0
							"1-3 0.2 "3-5 0.5 "5-10 0.8 >10 1.0		
			60%	Campo	Numero de captaciones formales	0	0		
"1-3 0.2 "3-5 0.5 "5-10 0.8 >10 1.0									
2	20%	Grado de afectación del agua	100%	Características del agua			Escorrentía	0.0	
							Limpia	1.0	
							Turbia	0.4	
							Espumas	0.4	
							Olores	0.4	

**INDICADORES PARA LA FICHA DE ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: CONFLICTOS DE USO DEL AGUA**

3	25%	Cobertura Vegetal	60%	Área de protección de nacimientos (100 m)	100%	Campo	Area protegida mayor del 75%	0.2
						Municipio	Area protegida entre 50% y 75%	0.3
							Area protegida entre 25% y 50%	0.5
							Area protegida menor de 25%	0.9
			40%	Cobertura vegetal	20%	Campo	Bosque intervenido	0.2
					15%	Campo	Plantaciones Forestales	0.5
					15%	Campo	Rastrojo alto	0.3
					10%	Campo	Rastrojo bajo	0.4
					10%	Campo	Pastos	0.6
		10%	Campo	Cultivos	0.7			
		10%	Campo	Ornamental	0.8			
		10%	Campo	Sin cobertura	0.9			
4	15%	Cota de servicios públicos	100%	Porcentaje de cobertura acueducto		EPM y otros	76 -100	0.1
							51 - 75	0.3
							26 - 50	0.6
							0 - 25	0.9

INDICADOR: CONFLICTOS POR EL USO DEL RECURSO SUELO (CUS)

1. Descripción del indicador: Las áreas de retiro de las fuentes de agua tienen una reglamentación bien definida por el Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín, donde cualquier tipo de uso que se implante en las áreas consideradas de protección, generan un conflicto en el uso del suelo.

2. Variables relacionadas: Las clasificaciones del POT en cuanto a los usos del suelo protector son las siguientes:

Áreas de aptitud forestal: zonas de propiedad pública o privada, reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales protectoras, protectoras – productoras y productoras, de acuerdo con las características del suelo y su ubicación en el municipio. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de pastos, cultivos, ornamental y sin cobertura.

Áreas de protección a nacimientos de corrientes naturales de agua: Es el área donde las aguas subterráneas afloran o brotan en forma natural, dando origen a manantiales y corrientes de agua. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de pastos, en el caso que estén destinados para un uso ganadero; cultivos, ornamental y sin cobertura.

De los retiros a corrientes naturales de agua: Es un faja lateral del terreno paralela a las líneas de máxima inundación o a los bordes del canal natural o artificial. Su principal función es la de conservar el recurso hídrico. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de cultivos y sin cobertura.

Zonas de alto riesgo no recuperable: Áreas urbanas o rurales, en gran parte ocupadas por viviendas, que por su conformación topográfica de altas pendientes, características hidrogeológicas o por la presencia de procesos de inestabilidad geológica, son altamente inestables y de difícil tratamiento para su recuperación. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de cultivos y sin cobertura.

Zonas estables e inestables de manejo especial: Corresponde a los cañones y fajas de retiro de las corrientes naturales de agua, a áreas de protección y seguridad próximas a

terrenos inestables, sectores de pendientes altas a escarpadas, áreas de interés ambiental, entre otras. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de cultivos y sin cobertura.

Áreas ecológicas y de importancia ambiental y paisajística: Son áreas que cumplen funciones estratégicas para el bienestar y desarrollo municipal, que presentan atributos naturales, escénicos y paisajísticos y con viabilidad para desarrollar actividades relacionadas y compatible con la conservación de los recursos naturales. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de cultivos y sin cobertura.

Áreas de reserva para la ubicación de los servicios públicos: Se incluyen los predios que por su destinación actual o futura, debidamente programada, forman parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de la infraestructura requerida para la provisión de los servicios públicos domiciliarios. Cuando el subtramo se encuentra en esta clasificación el porcentaje de afectación estará dado por la existencia de coberturas de cultivos y sin cobertura dado por la existencia de viviendas y otras construcciones que no tienen utilidad para la prestación de los servicios públicos.

4. Medición:

$$CUS = 0.20 (Zar) + 0.15(Zme) + 0.10 (Zaf) + 0.15 (Zpn) + 0.15 (Ze) + 0.10 (Zusp) + 0.15 (Zrc)$$

Donde:

CUS: Conflicto por uso del suelo

Zar: Zona de alto riesgo

Zme: Zonas de estables e inestables de manejo especial

Zaf: Zonas de aptitud forestal

Zpn: Zona de protección de nacimientos

Ze: Zonas ecológicas

Zusp: Zona de reserva para la ubicación de servicios públicos

Zrc: Zona de retiros a corrientes de agua

$$Zar = Va \left(\sum Zar_i \right) / n$$

$$Zme = Va \left(\sum Zme_i \right) / n$$

$$Zpn = Va \left(\sum Zpn_i \right) / n$$

$$Zaf = Va \left(\sum Zaf_i \right) / n$$

$$Ze = Va \left(\sum Ze_i \right) / n$$

$$Zusp = Va \left(\sum Zusp_i \right) / n$$

$$Zrc = Va \left(\sum Zrc_i \right) / n$$

Va: Valor asignado a la afectación de cada uno de los usos de protección encontrados.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

5. Importancia del indicador: En las áreas de retiro donde se identifique un mayor conflicto del suelo marcado por la mayor área de afectación en una zona reglamentada, se deberá encaminar la gestión para hacer un reordenamiento de los recursos incluyendo programas de reubicación en el caso que el conflicto esté definido por la existencia de viviendas en el área de retiro. Así mismo, el identificar las áreas de menor o cero conflictos, se pueden enfocar acciones de vigilancia, control y mantenimiento de estas áreas que conserven el uso de protección definido.

9. Relación con otros indicadores: Ya que existe una sinergia entre la mayoría de los indicadores, este indicador está relacionado con el de modificación del paisaje, y con el indicador de conflictos por el uso del recurso agua, ya que la afectación de coberturas en áreas de protección además de generar conflicto pueden disminuir la oferta hídrica. El indicador *susceptibilidad de invasión de terrenos* también presenta relación ya que las áreas sin conflicto se convierten en zonas potenciales para ser invadidas por construcciones o cualquier otro tipo de uso.

7. Disponibilidad de la información: Con respecto al trabajo de campo, se identificará el área de retiro que tiene un uso diferente al considerado en las clasificaciones del suelo protector del POT. Esto último es información secundaria contenida en un plano el cual es indispensable conocer antes de salir a campo y diligenciar la ficha de diagnóstico de la quebrada.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO**

N°	%	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderador %	unidad	fuelle	clasificación	valor
1	20%	Zona de alto riesgo no recuperable		100%		Trabajo de campo	Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.6
							Área afectada del 25 - 50%	0.7
							Área afectada del 50 - 75%	0.9
							Área afectada mayor del 75%	1
2	15%	Zonas estables e inestables de manejo especial		100%			Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.6
							Área afectada del 25 - 50%	0.7
							Área afectada del 50 - 75%	0.9
							Área afectada mayor del 75%	1
3	10%	Área de aptitud forestal		100%		Trabajo de campo	Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.4
							Área afectada del 25 - 50%	0.5
							Área afectada del 50 - 75%	0.6
							Área afectada mayor del 75%	0.8
4	15%	Área de protección de nacimientos		100%		Trabajo de campo	Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.5
							Área afectada del 25 - 50%	0.7
							Área afectada del 50 - 75%	0.8
							Área afectada mayor del 75%	0.9
5	15%	Áreas ecológicas, de importancia ambiental y paisajística		100%		Trabajo de campo	Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.4
							Área afectada del 25 - 50%	0.5
							Área afectada del 50 - 75%	0.6
							Área afectada mayor del 75%	0.8
6	10%	cación de servicios públicos		100%		Trabajo de campo	Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.3
							Área afectada del 25 - 50%	0.4
							Área afectada del 50 - 75%	0.6
							Área afectada mayor del 75%	0.7
7	15%	Zona de retiros a corrientes naturales de agua		100%		Trabajo de campo	Área con afectación 0%	0.0
							Área afectada del 1 - 25%	0.4
							Área afectada del 25 - 50%	0.5
							Área afectada del 50 - 75%	0.6
							Área afectada mayor del 75%	0.8

INDICADOR : VULNERABILIDAD POR AFECTAR LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS (VAIH)

1. Descripción del indicador: Este indicador pretende medir la susceptibilidad que tienen las diferentes estructuras hidráulicas expuestas en las quebradas ya sea por causa de los fenómenos de anegación o por las acciones antrópicas. De igual forma este indicador incide sinérgicamente con las poblaciones y las infraestructuras aledañas que puedan ser expuestas a los fenómenos de destrucción, afectación o averías de las estructuras hidráulicas.

2. Variables relacionadas: El indicador relaciona variables como la obstrucción que se pueden presentar de manera antrópica y natural en el cauce y la estructura. Además considera la capacidad hidráulica y la estabilidad de las estructuras hidráulicas. A continuación se describen las principales variables consideradas en este indicador.

- Capacidad Hidráulica: En esta variable se relaciona la creciente anual con la capacidad que tiene la estructura hidráulica para evacuar o contener adecuadamente o no la creciente anual, de forma que, se pueda determinar si la estructura es insuficiente, apenas suficiente o adecuada.
- Obstrucción del cauce: Se retoman los mismos criterios analizados en el indicador de vulnerabilidad de inundación, pero relacionándolos además con los problemas que puede causar la obstrucción a la capacidad de contener la creciente anual y de afectar la estabilidad de las estructuras hidráulicas.
- Estado de las estructuras hidráulicas: Con esta variable se desea identificar el estado en que se encuentran las variables que influyen con la estabilidad de las estructuras hidráulicas.

3. Medición:

$VAIH = 0.30 * CHI + 0.30 * OC + 0.40 * EEH$, donde:

VAIH: Vulnerabilidad afectar estructuras hidráulicas; OC: Obstrucción del cauce; CHI: Capacidad hidráulica; EEH: Estado de inspección de las estructuras hidráulicas

$$CHI = 0.40 * FI + 0.60 * CH$$

FI, CH y EEH, son variables ya analizadas en el indicador de vulnerabilidad de la inundación.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores

y pesos.

4. Importancia del indicador: Las obras hidráulicas son proyectos de intervención de cauces, cuyos orígenes radican esencialmente en satisfacer las necesidades de expansión y desarrollo de la ciudad, así como de contribuir en que las consecuencias de los desbordamientos de las quebradas sean menos drásticas; lo anterior hace necesario establecer una herramienta básica de diagnóstico del estado de las estructuras y de la influencia que ejerce éstas sobre el medio o el medio sobre ellas. Este indicador da luz para identificar como están las estructuras hidráulicas en cuanto a la capacidad de contener la creciente anual y definir la estabilidad de las mismas.

Es importante recalcar, que como en el levantamiento de la información se realiza a partir de una inspección básica en las estructuras, el indicador no arrojaría un estado de las patologías estructurales, ya que este tipo de análisis amerita unos estudios más técnicos.

5. Relación con otros indicadores: Las variables de obstrucción del cauce y la frecuencia de inundación hacen parte del indicador de vulnerabilidad de la inundación.

6. Disponibilidad de la información: La información secundaria que requiere este indicador es la misma a la descrita en el indicador de vulnerabilidad de la inundación y tiene que ver con la frecuencia de recolección de las basuras, tipos de asentamientos, zonas de riesgo, frecuencia de inundación y la capacidad hidráulica.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: VULNERABILIDAD AFECTAR LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuelle	Clasificación	valor	
1	30%	Capacidad hidráulica	40%	Frecuencia de inundación		Campo	≥ 2 veces al año	0.9	
						Municipio	≤ 1 vez al año	0.6	
			60%	Capacidad Hidráulica			simpad	≥ 1 que no se presenta	0.3
							Campo	Evacua normalmente	0.1
		Municipio	Presenta represamientos sin desbordes	0.6					
					simpad	Presenta desbordes	1.0		
2	30%	Obstrucción del cauce	15%	Obstrucción del cauce por Basuras		Campo	Se trae el valor del indicador		
				Obstrucción del cauce por escombros		Campo	Se trae el valor del indicador		
			20%	Zonas de riesgo		POT, SIMPAD	Se trae el valor del indicador		
				40%	Inestabilidad			Se trae el valor del indicador	
3	40%	Estado de la infraestructura	100%	Estado		Campo	Inver deteriorado	1.0	
							Agrietamiento en paredes	1.0	
							Gaviones Volcados	0.7	
							Volcamiento de losas o muros laterales	0.8	
							Faltan disipadores de energía	0.9	
							Hay disipadores deteriorados	0.8	
							Hay presencia de grietas en la tapa	0.5	
							Faltan aletas de entrada - salida	1.0	
							Hay predencia de malezas en las juntas de dilatación	0.7	
							Hay desgaste en la malla de los gaviones	0.5	
							Hay socavación en las paredes	0.8	
							Obstrucción		
							Porcentaje de obstrucción en el cauce		
				0%			0.0		
0-20%	0.2								
20-40%	0.4								
40-60%	0.7								
60-90%	1.0								
90-100%	1.0								

INDICADOR: MODIFICACIÓN DEL PAISAJE (MP)

1. Descripción del indicador: Existen numerosas teorías para evaluar la calidad visual y las modificaciones o alteraciones producidas a un paisaje determinado. Teniendo en cuenta como principal limitante que se trata de un análisis subjetivo, en el contexto del estado ambiental de las quebradas y cuencas, este análisis es visto como la alteración de un paisaje que contrasta con las condiciones naturales propias del retiro de una quebrada.

2. Variables relacionadas:

Características del paisaje en el área de retiro: Se refiere a las características actuales de la zona de retiro de la quebrada. Las siguientes clasificaciones son las variables secundarias consideradas que pueden ser identificadas con la observación en campo:

- **Bosque Intervenido:** Corresponde a relictos de bosques naturales. A pesar de que conserva parte de la estructura del bosque original, su composición varía con respecto a éste por que le han extraído parte de las especies que lo componían inicialmente.
- **Rastrojo Alto:** Corresponde a la cobertura vegetal que se encuentra en un estado de sucesión secundaria temprana. No conserva la estructura del bosque natural pero pueden encontrarse especies con alturas promedio entre 2 y 3 tres metros e incluso en algunos casos alcanzar hasta 5 metros. Las especies que componen esta cobertura son típicas de zonas intervenidas
- **Rastrojo Bajo:** Corresponde a la cobertura vegetal donde apenas se está iniciando el procesos de sucesión. Por esta razón, las especies que la componen son, en su mayor parte, herbáceas y arbustivas de porte bajo.
- **Plantaciones Forestales:** Es la cobertura vegetal correspondiente a especies arbóreas manejadas como cipreces, pinos, eucaliptos, entre otras.
- **Pastos:** Se refiere a la cobertura con pastos nativos o introducidos como gramas, kikuyo, elefante, india, yaraguá, entre otros.
- **Cultivos:** Se tienen en cuenta tanto los cultivos permanentes como transitorios que se encuentran en el área de retiro.

- **Ornamental:** Se refiere a las áreas de retiro que son tratadas en los programas de paisajismo del Instituto y zonas verdes de las urbanizaciones que presentan especies arbustivas, arbóreas y herbáceas de acuerdo con un arreglo espacial definido.
- **Sin cobertura:** Todas las áreas con construcciones, losas, placas polideportivas, extracción de materiales y otras áreas que no permiten infiltración del agua.

Se analiza la modificación del paisaje como la existencia de cobertura vegetal en el área de retiro que armonice con las condiciones naturales y la dinámica propia de la quebrada. Los pesos asignados reflejan una menor modificación del paisaje con la existencia de cobertura naturales (bosque intervenido, rastrojo alto y bajo) y un mayor peso en las áreas donde existe una mayor actividad antrópica (plantaciones, cultivos, pastos) a excepción de las áreas ornamentales.

En caso de que en el subtramo no se identifique alguna de las coberturas propuestas, el peso será cero (0.0).

4. Medición: MP = CPAR

$$CPAR = 0.5 (BI) + 0.10 (Ra) + 0.10 (Rb) + 0.10 (PF) + 0.15 (P) + 0.15 (C) + 0.10 (O) + 0.25 (SC)$$

Donde:

MP: Modificación del paisaje

CPAR: Características del paisaje en el área de retiro

BI: Bosque intervenido

Ra: Rastrojo Alto

Rb: Rastrojo bajo

PF: Plantación Forestal

P: Pastos

C: Cultivos

O: Ornamental

SC: Sin Cobertura

$$BI = \sum VaBI / n$$

$$Ra = \sum VaRa / n$$

$$Rb = \sum VaRb / n$$

$$PF = \sum VaPF / n$$

$$P = \sum VaP / n$$

$$C = \sum VaC / n$$

$$O = \sum VaO / n$$

$$SC = \sum VaSC / n$$

Va: Valor asignado a las áreas encontradas en cada una de las coberturas (última columna de la hoja de cálculo del indicador)

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

5. Importancia del indicador: La modificación del paisaje es medida por la comparación o contraste entre el área de retiro con unas características naturales propias y su modificación o afectación por la existencia de otras coberturas. El paisaje ideal es el que mas armoniza con cualquier cobertura vegetal. Las áreas sin cobertura son las áreas del retiro que pueden estar cubiertas por basura, por pavimento (calles, placas deportivas, construcciones como viviendas o cualquier otra infraestructura) y la extracción de materiales.

El área de retiro se debe conservar libre de cualquier tipo de construcción, por razones urbanísticas, de seguridad y protección de dichas corrientes.

Este indicador corresponde a un análisis sencillo del paisaje el cual puede ser útil la implementación de programas de ornamentación y paisajismo que puedan armonizar con el paisaje circundante encontrado.

10. Relación con otros indicadores: Este indicador está relacionado con el indicador de conflictos sobre el recurso suelo, ya que por reglamentación las áreas de retiro tienen unas funciones bien definidas, distintas a tener construcciones o explotaciones que afectan la calidad de los recursos agua y suelo y que precisamente son las áreas consideradas sin cobertura. Así mismo se relaciona con el indicador de conflicto de uso del recurso agua en el que la existencia de un tipo de cobertura vegetal indica el mayor o menor aporte de agua para la oferta y demanda del recurso.

7. Disponibilidad de la información: Se revisará información secundaria mediante fotografías aéreas y serán ajustadas a las condiciones que se observen en la salida a campo.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: MODIFICACIÓN DEL PAISAJE**

N°	%	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderador %	unidad	fuelle	clasificación	valor
1	100%	Características del paisaje del retiro	Bosque intervenido	5%		Trabajo de campo	Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	1.0
							área existente % entre el 25 y el 50%	0.8
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.6
							área existente % mayor del 75%	0.2
			Rastrojo alto	10%		Trabajo de campo	Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	0.9
							área existente % entre el 25 y el 50%	0.8
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.6
			Rastrojo bajo	10%		Trabajo de campo	área existente% mayor del 75%	0.3
							Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	0.9
							área existente% entre el 25 y el 50%	0.8
			Plantaciones Forestales	10%		Trabajo de campo	área existente % entre el 50 y el 75%	0.6
							área existente % mayor del 75%	0.3
							Área existente 0%	0.0
Área existente % entre 1% - 25%	0.8							
							área existente% entre el 25 y el 50%	0.5
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.4
							área existente % mayor del 75%	0.2

INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
 INDICADOR: MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

			Pastos	15%		Trabajo de campo	Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	0.2
							área existente% entre el 25 y el 50%	0.5
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.6
							área existente % mayor del 75%	0.8
			Cultivos	15%		Trabajo de campo	Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	0.3
							área existente% entre el 25 y el 50%	0.5
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.7
							área existente % mayor del 75%	0.9
			Ornamental	10%		Trabajo de campo	Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	0.8
							área existente% entre el 25 y el 50%	0.6
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.3
							área existente % mayor del 75%	0.1
			Sin cobertura	25%		Trabajo de campo	Área existente 0%	0.0
							Área existente % entre 1% - 25%	0.2
							área existente% entre el 25 y el 50%	0.5
							área existente % entre el 50 y el 75%	0.8
							área existente % mayor del 75%	1.0

INDICADOR: SUSCEPTIBILIDAD DE INVASIÓN DE TERRENOS (SIT)

1. Descripción del indicador: Las áreas aledañas a los cauces y los mismos cauces, son las que presentan una mayor posibilidad de ser invadidas al no contarse con un sistema de vigilancia y control sobre la totalidad de los retiros a lo largo de todas las quebradas que conforman la hoya hidrográfica del municipio de Medellín.

Es posible considerar ciertas condiciones que hacen más favorable la instalación de un tipo de construcción como por ejemplo, las vías de acceso, la infraestructura de servicios públicos y otros factores subjetivos que no concuerdan con la realidad, ya que la experiencia de invasión de retiros muestra que los invasores se ubican en los lugares donde más pueden demandar del Estado, es decir, donde pueden mejorarse las condiciones de vida iniciales y en ciertos casos poder llegar a legalizar sus predios.

El resultado del presente indicador será la obtención de unas áreas “libres” de infraestructura donde en cualquier momento pueden ser invadidas asociado a un estrato socioeconómico donde la existencia de un estrato bajo incrementa la susceptibilidad de invasión.

2. Variables relacionadas: De acuerdo con lo anterior, las variables que pueden ser medibles y que inciden en el resultado del indicador son las siguientes:

Estrato: Las zonas de estratos más bajos debido a que conservan algunas características de informalidad, se presentan como las zonas más propensas a ser invadidas. Además se observa que no hay controles ni vigilancia sobre las áreas que deber ser protegidas y/o de uso público. En el cálculo del indicador se le otorga un peso mayor a los estratos 1 y 2, los de menor peso a los estratos 4, 5 y 6 y en término medio, el estrato 3. En los casos que no se presenten viviendas en el área rural se considerará un valor de 0 para la condición sin estrato. En el área urbana donde no hay viviendas deberá colocarse el estrato del sector habitado más cercano.

Conflicto de uso del recurso suelo: Al determinar las áreas de conflicto de uso del suelo dentro de un tramo o subtramo, el área restante, es decir el área que no presenta conflicto, es la zona libre que puede ser invadida en un momento determinado.

Los pesos están relacionados inversamente con respecto al resultado del indicador de conflicto de uso del recurso suelo: si el resultado es muy alto, se le otorgará el menor peso; si el resultado es muy bajo, es decir que está libre de construcciones, se le dará un peso de 1.0 que es la condición más susceptible de ser invadida.

3. Medición:

$$\text{SIT} = 0.8 (E) + 0.2 (Cus)$$

Donde:

SIT: Susceptibilidad de Invasión de terrenos

E: Estrato en el subtramo

Cus: Conflicto de uso del recurso suelo

Cus: Resultado del indicador conflicto de uso del recurso suelo. Si el resultado corresponde a una calificación alta, el peso del indicador será bajo. Es decir la relación es inversamente proporcional.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

4. Importancia del indicador: La medición de las posibles áreas de invasión en los retiros de las quebradas será un referente para implementar tanto programas de paisajismo o de apadrinamiento de retiros como programas de vigilancia y control para evitar invasiones principalmente en zonas de riesgo.

5. Relación con otros indicadores: Este indicador se relaciona con el indicador de conflictos de uso del recurso suelo. De manera inversa: al tener las áreas de conflicto con respecto a un tramo, el porcentaje del área restante será el área libre susceptible de ser invadida por usos que no son compatibles con la reglamentación.

6. Disponibilidad de la información: En campo se encuestará a los pobladores del subtramo para la información sobre el estrato socioeconómico.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN SUS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: SUSCEPTIBILIDAD DE INVASIÓN DE TERRENOS**

N°	%	Variable primaria	Ponderador	Variable secundaria	unidad	fuelle	Clasificación	valor
1	30%	Estrato	100%			Trabajo de campo	Sin estrato	0
							Estratos 1 y 2	1.0
							Estrato 3	0.5
							Estrato 4, 5 y 6	0.2
2	70%	Conflicto de uso del suelo	100%			Resultado del indicador	Conflicto muy alto	0.1
							Conflicto alto	0.3
							Conflicto medio	0.5
							Conflicto bajo	0.8
							Conflicto muy bajo	1.0

INDICADOR: AFECTACIÓN DE HÁBITAT (AH)

Descripción del indicador: El indicador evalúa la afectación por pérdida de hábitat en los ecosistemas terrestres, a partir del tipo de cobertura vegetal del área de retiro y el porcentaje que ocupa ésta en dicha área.

Se consideró el tipo de cobertura vegetal porque este es un elemento fundamental de la mayor parte de los ecosistemas terrestres y son las plantas las que proporcionan el principal componente de la estructura física dentro de la cual se desarrolla la actividad de los demás organismos.

La cobertura vegetal en las áreas de retiro puede formar corredores que permiten el flujo de materia y energía y proporcionan además, recursos de alimentación, refugio y sitios de reproducción para algunas especies de fauna. En las zonas cercanas a nacimientos, donde el área de retiro debe ser de 100 m, pueden unir parches.

Con el tipo de cobertura se evalúa además, la mayor o menor complejidad del hábitat y su calidad. Hábitats estructuralmente simples como los cultivos y los pastos, soportan generalmente menos organismos que otros más complejos como los bosques o los rastrojos altos en proceso de sucesión secundaria.

La cobertura ornamental hace referencia a las áreas de paisajismo que maneja el Instituto y a las de ornamentación manejadas por particulares y otras entidades. Se considera que estas por su estructura vertical y la composición que tienen con especies arbóreas y ornamentales de menor porte, ofrecen recursos como perchas, refugio, sitios de anidación y alimentación entre otros, que permite considerarlas con mayor oferta biótica que los pastos y los cultivos por ser estos, en este caso, estructuralmente más simples.

Se consideran además las áreas que no tienen cobertura.

El porcentaje del área de retiro que ocupa la cobertura vegetal permite estimar el grado de afectación. En este caso se parte de considerar como cobertura ideal el bosque, el cual no afectaría de ninguna manera y las zonas sin cobertura se consideran como las más críticas.

1. Variables relacionadas: El indicador tiene un variable, cobertura vegetal del área de retiro y porcentaje de áreas de cobertura.

Los rangos de clasificación son los siguientes:

- Tipo de cobertura: Bosque, rastrojo alto, rastrojo bajo, plantación, ornamental, pastos, cultivos y sin cobertura. Para asignar los valores se considera que el bosque ofrece la mayor complejidad de hábitat y por lo tanto corresponde a la situación ideal. Las áreas sin coberturas son las más críticas.
- Porcentaje de cobertura: 110 – 80; < 80 – 60; < 60 – 40; < 40 – 20; < 20 – 10; < 10 – 1 y < 1. A mayor área afectada se le asigna mayor valor.

2. Medición: Para medir el indicador se aplica la siguiente fórmula:

$$AH = \sum (VTC_i) * (VPC_i)$$

Donde: AH = Pérdida de Hábitat; VTC = Valor del tipo de cobertura; VPC = Valor del porcentaje del área ocupada por la cobertura con respecto al total del área de retiro.

Cuando el subtramo se encuentre dentro de áreas de protección correspondiente a la categoría de zona ecológica y otras áreas de importancia ambiental, el resultado del indicador se multiplicará por un factor de 1.5.

4. Importancia del indicador: El indicador permite evaluar la presencia de corredores y el grado de afectación de éstos. Con esta evaluación se pueden definir las medidas correctoras requeridas de acuerdo con el tipo de cobertura y el área que se afectó.

5. Relación con otros indicadores: El indicador no tiene relación con otros.

6. Disponibilidad de la información: La información para este indicador se toma de fotografías aérea, mapas de uso y cobertura vegetal del suelo y de recorridos de campo.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR AFECTACIÓN DE HÁBITAT**

N°	%	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderador %	unidad	fuentes	clasificación	valor		
1	100%	Cobertura vegetal del área de retiro		100%		Fotografías aéreas	Bosque intervenido	0.0		
						Mapas Campo	Rastrojo alto	0.2		
							Rastrojo bajo	0.4		
							Plantación	0.5		
							Ornamental	0.6		
							Cultivos	0.8		
							Pastos	0.8		
							Sin cobertura	1		
			100%	% de área de cobertura		100%	%	Fotografías aéreas	100 - 80	0.9
								Mapas Campo	80 - 60	0.7
									60 - 40	0.5
									40 - 20	0.3
									20 - 10	0.2
									10 - 1	0.1
0	0									

INDICADOR : AFECTACIÓN DE LA BIÓTA ACUÁTICA (ABA)

1. Descripción del indicador: El indicador estima la posibilidad de afectación de la biota acuática por aporte de sedimentos, presencia de basuras y vertimientos al agua de la quebrada.

Los organismos acuáticos de las corrientes de agua presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales y límites de tolerancia a las alteraciones que se presentan en la calidad del agua (Roldán, 1992).

Las acciones antrópicas como el arrastre de sedimentos, la generación de residuos y desechos sólidos y el aporte de sustancias tóxicas por vertimientos al agua, generan cambios en la estructura y composición de las comunidades y afecta la diversidad de la biota acuática.

Para conocer con precisión los cambios en la estructura y composición de las comunidades de los organismos acuáticos por alteraciones en la calidad del agua, se requiere realizar muestreos que indiquen que organismos están presentes en el ecosistema que se está evaluando y como es la composición y estructura de las comunidades. Sin embargo, la existencia de factores que afectan esta calidad puede, en primera instancia, dar un indicio de posibles afectaciones de la biota acuática.

Como factores que afectan la calidad del agua se consideraron: los sedimentos, los residuos y desechos sólidos y las sustancias tóxicas.

- **Sedimentos:** Materiales detríticos o fragmentos de roca que se depositan o acumulan en un lugar cuando el agente que los transporta deja de tener energía suficiente para seguir transportándolos (Mi Río. Guía Ecológica y Ambiental, 1996).
- **Residuos y desechos sólidos:** Los residuos sólidos son objetos que se abandonan después de haber sido usados y a los cuales se les analiza si pueden ser aprovechados para un nuevo uso, en dicho caso este residuo se convierte en un recurso; en el caso contrario, cuando no se puede aprovechar el residuo, se convierte en un desecho el cual se debe disponer adecuadamente.
- **Sustancias tóxicas:** Son sustancias químicas que se generan por la degradación de las basuras y sus características dependen del tipo de basura. Se consideran además, las generadas por vertimientos por aguas residuales industriales y domésticas.

2. Variables relacionadas: Para evaluar el aporte de sedimentos al agua se determinó trabajar con dos variables primarias: Deslizamientos y extracción de materiales.

- **Deslizamientos:** Deslizamiento: Se consideran como el movimiento de tierra, detritos rocosos y lodos
- **Extracción de material:** Esta variable se refiere a la presencia de actividades extractivas de material en las márgenes o en el cauce y en las márgenes y el cauce al mismo tiempo. No tiene variables secundarias.

Para evaluar la afectación de la calidad del agua por residuos y desechos sólidos se tomó como variable la presencia de basuras.

- **Basuras:** Se consideraron las basuras como fuente de alteración de la calidad del agua por contaminación directa por su presencia en el cauce o por contaminación difusa por aguas de escorrentía y lixiviados provenientes de las basuras depositadas en las márgenes. No tiene variables secundarias.

Para evaluar la afectación de la calidad del agua por aporte de sustancias tóxicas se consideraron como variables las basuras y los vertimientos de aguas residuales.

- **Vertimientos:** Se consideró la presencia de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, sin diferenciar entre unas y otras, solamente se toma en cuenta la presencia. No tiene variables secundarias.

3. Medición: Para medir el indicador se aplica la siguiente fórmula;

$$ABA = (VD)*P + (VE)*P + (VB)*P + (VV)*P$$

Donde: ABA = Afectación de la Bióta Acuática; VD = Valor de la variable Deslizamiento; VE = Valor de la variable Extracción de material; VB = Valor de la variable Basuras; VV = Valor de la variable Vertimientos y P = Ponderador.

El ponderador de cada una de las variables es de 25 %

Los valores de las variables se obtienen de las siguientes fórmulas:

- VD = Este valor se trae del indicador de inestabilidad.

- $VE = (Pre)*P$; donde: Pre = Presencia de extracción de material; P = Ponderador de la variable que es igual al 100%
- $VB = (Prb)*P$; donde: Prb = Presencia de basuras; P = Ponderador de la variable que es igual a 100%.
- $VV = (Prv)*P$; donde: Prv = Presencia de vertimientos; P = Ponderador de la variable que es igual a 100%.

Al final de esta ficha se encuentra la hoja de cálculo del indicador con sus variables, ponderadores y pesos.

4. Importancia del indicador: Estimar la posibilidad de afectación de la bióta acuática es importante especialmente en los tramos rurales y suburbanos, donde la presión por intervención antrópica sobre la corriente de agua no alcanza los niveles de los tramos urbanos y permite conservar todavía parte de la diversidad del ecosistema y de la composición y la estructura de las comunidades.

La identificación de las actividades que pueden afectar la bióta dará elementos para definir las medidas correctoras, las de mitigación y en algunos casos incluso, las de prevención a través de programas de educación y capacitación. También podrá indicar el requerimiento de la realización de monitoreos que permitan identificar la presencia bioindicadores que den información sobre cambios en la calidad del agua.

En los tramos urbanos el indicador permitirá identificar el incremento de la presión sobre la bióta acuática que todavía se conserve en la corriente de agua, y la necesidad de tomar medidas correctoras que permitan mitigar esta presión.

5. Relación con otros indicadores: El indicador se relaciona con los indicadores Inestabilidad y Vulnerabilidad de afectar a la comunidad por problemas de salud.

De inestabilidad toma el valor de deslizamiento.

Con el indicador Vulnerabilidad de Afectar a la Comunidad por Problemas de Salud, tiene en común la variable basuras con respecto a presencia o ausencia de ésta en el cauce, en las márgenes y en el cauce y las márgenes, pero no toma los mismos valores de clasificación.

6. Disponibilidad de la información: La información requerida para el indicador sobre las acciones que están afectando la bióta acuática se toma directamente en el campo. Para complementarla es necesario tener información de estudios sobre calidad de agua

de la corriente que se esté evaluando y del tipo de organismos que se presentan en ella para poder determinar los límites de tolerancia de los mismos.

**INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO AMBIENTAL DE LAS QUEBRADAS EN LAS ÁREAS DE RETIRO
INDICADOR: AFECTACIÓN DE LA BIOTA ACUÁTICA**

N°	%	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderador %	unidad	fuelle	clasificación	valor
1	25%	Deslizamiento		100%			Se trae el valor de la variable que esta en inestabilidad	
2	25%	Extracción de materiales	Presencia	100%		Campo	Margen	0.3
							Cauce	0.7
3	25%	Basuras	Presencia	100%		Campo	Margen	0.4
							Cauce	0.8
4	25%	Vertimientos	Presencia	100%		Campo	Margen	0.8
							Cauce	0.8