

**DISEÑO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA INVERSIÓN DE LA TASA
POR USO DE AGUAS NATURALES EN OBRAS Y PROYECTOS**

NELSON ROJAS JIMÉNEZ

**UNIVERSIDAD LIBRE.
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2012**

**DISEÑO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA INVERSIÓN DE LA TASA
POR USO DE AGUAS NATURALES EN OBRAS Y PROYECTOS**

NELSON ROJAS JIMÉNEZ
Ingeniero Civil
C.C. 79´482.362

Asesor
Juber Martínez Hernández

UNIVERSIDAD LIBRE.
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2012

Nota de aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. Día 07 Mes 07 Año 2012

RESUMEN

Esta guía propone implementar medidas encaminadas al cumplimiento de la normatividad creada para la protección de los recursos hídricos en las diferentes etapas de su ciclo, especialmente las que se desarrollan dentro de las cuencas hidrográficas. Pero estas leyes deben tener el acompañamiento multidisciplinario de los profesionales en el manejo y control de problemas como la deforestación, pérdida de la cobertura vegetal, erosión, inestabilidad del suelo, cárcavas, manejo de causas sin olvidar los componentes social, económico y cultural que interactúan dentro de este espacio.

PALABRAS CLAVES

Cuenca hidrográfica, erosión, escorrentía, deforestación, cárcavas, surcos, trinchos, cobertura vegetal.

ABSTRACT

This guide aims to implement measures for comply with the regulations established for the protection of water resources at different stages of its cycle, especially those that develop inside the watershed. But these laws must have the support of multidisciplinary professionals in the management and control of problems such as deforestation, loss of vegetative cover, erosion, soil instability, gullies. Also, we will have mention managing the components you cause social, economic and cultural interaction inside this space.

KEY WORDS

Drainage basin, erosión, runoff, deforestation, gullies, grooves, trinchos, vegetation coverage.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1 ANTECEDENTES.....	13
2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3 JUSTIFICACIÓN.....	18
4 OBJETIVOS.....	19
4.1 Objetivo general:.....	19
4.2 Objetivos específicos	19
5 MARCO REFERENCIAL.	20
5.1 MARCO TEÓRICO	20
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	23
5.2.1 La cuenca hidrográfica	23
5.2.2 Partes de una cuenca Hidrográfica	24
5.2.3 Los POMCA	25
5.2.4 La erosión	27
5.2.5 Las cárcavas	28
5.2.6 La deforestación.....	28
5.2.7 La desertificación	29
5.3 Obras de recuperación y conservación de la cobertura vegetal	30
5.3.1 Obras para el control del agua de escorrentía	36
5.3.2 Control del agua sub-superficial.....	41
5.3.3 Construcción de obras transversales	42
5.3.4 Estructuras para la contención de suelos.....	52
5.3.5 Obras para la rectificación y manejo de cauces.....	56
5.3.6 Espolones para favorecer los procesos de sedimentación	58
5.3.7 Obras marginales de encauzamiento.....	59

5.3.8	Obras de protección longitudinales contra la socavación.....	59
5.3.9	Acorazamiento del lecho de un río	60
5.3.10	Protección contra las inundaciones	60
5.3.11	Saneamiento de los cuerpos de agua.....	61
5.3.12	Los interceptores	61
5.3.13	Plantas de tratamiento de aguas residuales	62
5.3.14	Instrumentación y monitoreo del recurso hídrico	62
5.3.15	Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica.....	63
5.3.16	Capacitación ambiental.....	64
5.3.17	Gestión de convenio con la unidad de parques PNN.....	65
5.4	MARCO LEGAL.....	66
6	METODOLOGÍA.....	72
6.1	PROCEDIMIENTO	72
7	RESULTADOS	75
7.1	Identificación de problemas ambientales de una cuenca.....	75
7.2	Cuadro de resumen de obras y actividades.....	76
7.3	Listado de problemas obras y actividades para la cuenca.....	77
8	APLICACIÓN DE LA GUÍA.....	78
8.1	Diagrama de procesos.....	78
8.2	Determinación de la aplicabilidad de la obligación	79
8.3	Liquidación del presupuesto para la inversión	79
8.4	Verificación del estado de la cuenca hidrográfica.....	80
8.5	Lista de impactos ambientales que se pueden encontrar en la cuenca....	81
8.6	Elección de las obras a ejecutar en la cuenca.....	82
9	ALCANCE Y LIMITACIÓN.....	84
10	CONCLUSIONES	85

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Tabla de Resumen de impactos ambientales de una cuenca	75
Tabla 2. Parametros para la inversion del 1% según el Decreto 1900 de 2006	76
Tabla 3. Resumen de problemas, obras y actividades de la cuenca	77
Tabla 4. Determinación de la aplicabilidad de la obligación	79
Tabla 5. Liquidación del presupuesto para la inversión	80
Tabla 6. Verificación del estado de la cuenca	81
Tabla 7. Lista de impactos ambientales.....	82
Tabla 8. Problemas, obras y actividades para la inversión del 1%.....	83

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Zona deforestada	21
Figura 2. Terreno desprovisto de cobertura vegetal.....	22
Figura 3. Componentes de la Cuenca Hidrográfica.....	24
Figura 4. Panorama de una zona en proceso de erosión.....	27
Figura 5. Deforestación por quema del bosque.....	29
Figura 6. Terreno en proceso de desertificación	30
Figura 7. Aislamiento de una área de terreno para recuperar el bosque	31
Figura 8. Empradizado con césped para recuperar la capa vegetal	31
Figura 9. Vista típica de un sembrado en surcos	32
Figura 10. Aislamiento de una zona con barreas vivas	33
Figura 11. Fotografía de un trincho en esterilla	34
Figura 12. Imagen de un trincho de madera.....	35
Figura 13. Trincho en guadua	35
Figura 14. Vista de un terreno remodelado para su recuperación.....	36
Figura 15. Vista general de la fajas de césped.....	37
Figura 16. Imagen de un terreno aterrazado	38
Figura 17. Vista de un terraplén recubierto con césped	39
Figura 18. Panorámica de los surcos profundos	39
Figura 19. Surcos paralelos a las curvas de nivel	40
Figura 20. Barrera de costales rellenos de material	41
Figura 21. Construcción de un filtro sub-superficial.....	42
Figura 22. Barrera de paja y ramas.....	44
Figura 23. Represa de malla y Semicircular cóncava	45
Figura 24. Presa de rocas	46
Figura 25. Presa en piedras y estacas	47
Figura 26. Dique de Madera y Troncos	48

Figura 27.	Dique de sacos.....	48
Figura 28.	Diques en Material de la Cárcava	49
Figura 29.	Diques en suelo cemento.....	50
Figura 30.	Tipos de presas en ladrillo	52
Figura 31.	Principales tipos de muros de contención	53
Figura 32.	Muro de contención tipo gavión	54
Figura 33.	Muro de contención anclado	54
Figura 34.	Tipos de pilotes, profundidades y capacidad de carga.....	55
Figura 35.	Terraplén reforzado con geotextil.....	56
Figura 36.	Vivienda riverseña afectada por la corriente de agua	57
Figura 37.	Obras para el control de caudales torrenciales	57
Figura 38.	Espolones para la desviación de líneas de flujo del río.....	58
Figura 39.	Espolón para favorecer la sedimentación	58
Figura 40.	Estructura de encausamiento de puente y vía	59
Figura 41.	Obras para controlar el cauce y las socavaciones	59
Figura 42.	Obras de protección del lecho de un río.....	60
Figura 43.	Obra para el control de inundaciones aguas abajo	60
Figura 44.	Vista interior de un interceptor en construcción	61
Figura 45.	Planta de tratamiento de aguas residuales	62
Figura 46.	Estación de monitoreo hidrometeorológico	63
Figura 47.	Monitoreo de las fuentes de naturales de agua	64
Figura 48.	Capacitación ambiental	64
Figura 49.	Parque nacional natural el Cocuy (Boyacá)	65
Figura 50.	Diagrama de procesos	78

Lista de Anexos

Anexo 1.	Formato de aplicación de la obligación	87
Anexo 2.	Formato de Liquidación del Presupuesto para la Inversión.....	87
Anexo 3.	Formato de Verificación del Estado de la Cuenca.....	88
Anexo 4.	Formato para Listar los Impactos Ambientales de la cuenca	89
Anexo 5.	Formato de Problemas, Obras y Actividades para la inversión del 1%	90

DEDICATORIA

A mi familia que me apoya incondicionalmente, especialmente mis padres, hermanos y mi pareja de mil batallas Evelyn Páez Quien me da la fortaleza y entusiasmo para emprender cada nuevo reto de la vida en beneficio propio y de todos los que acogen y ejecutan nuestras propuestas.

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa de Acueducto y Acueducto de Bogotá, por acogerme como uno más de su familia y apoyarme con los recursos económicos necesarios para adelantar este proceso educativo.

A la universidad Libre, que puso a mi disposición su infraestructura y personal docente para instruirme y orientarme en esta etapa educativa.

Al Doctor Juber Martínez Hernández y la Doctora Andrea Cortés Salazar, quienes me orientaron durante el desarrollo de esta investigación.

INTRODUCCIÓN

Esta guía metodológica busca direccionar eficientemente los recursos económicos, producto de la tasa por el uso de aguas que deben pagar quienes desarrollen proyectos que involucren el uso de aguas tomadas directamente de la fuente natural, teniendo en cuenta que no están definidas las obras o actividades en las cuales deben ser invertidos estos recursos. Como se puede ver es necesario tener identificados y listados los impactos ambientales comúnmente encontrados dentro de una cuenca hidrográfica, para implementar las medidas necesarias prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos y efectos ambientales que estén presentes dentro de esta.

Es por esto que se elaboro la Guía metodológica como herramienta de orientación para dar cumplimiento a las normas ambientales en cuanto a la inversión de la tasa por el uso de aguas, en beneficio de las cuencas hidrográficas localizadas dentro del territorio nacional.

Es la intervención humana mediante sus obras la causante de muchos desastres dentro y fuera de la cuenca, debido a la gran explotación de los recursos naturales que la componen, alterando el equilibrio y autorregulación en su condición natural, de ahí la importancia de la inversión en la conservación de sus componentes especialmente las especies nativas que regulan y garantizan un caudal promedio durante los periodos de invierno y verano en beneficio de la cuenca y el mejoramiento de la calidad de vida de sus usuarios y moradores, mediante la integración de la comunidad, autoridad y su entorno ambiental en busca de un desarrollo ambientalmente sostenible.

1 ANTECEDENTES

Desde la creación del Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley 99 de 1993 se le asignan funciones para el reordenamiento del sector público¹, y es encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, específicamente en lo referente al parágrafo del artículo 43 de esta ley, se define la obligación de invertir no menos del 1% del valor total de los proyectos que involucren el uso de aguas tomadas directamente de la fuente natural, por ejemplo los proyectos el Quimbo y Porce IV que tienen un costo aproximado de US 800 y US 811 millones de dólares, equivalentes a \$2,2 billones de pesos, que dan lugar a una disponibilidad aproximada de \$22,000, millones de pesos, para ser invertidos en la cuenca hidrográfica de cada uno de los proyectos, como se puede ver son importantes sumas de dinero que no tienen definidas las obras o actividades en las cuales se deben invertir.

Por citar algunos casos de solicitud de modificación de licencias ambientales tenemos la otorgada por el Ministerio mediante resolución N° 128 del 3 de junio de 1994 que no incluyó la obligación del 1% contemplada en el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, para el proyecto de dos pozos exploratorios en el sitio denominado la Volcanera C, ubicado en la finca La Roca, vereda Cagüi-Charte, jurisdicción del municipio de Yopal en el Departamento de Casanare².

Otro caso se puede ver en la solicitud de modificación de la Resolución N°0617 del 29 de diciembre de 1994, en el sentido de adicionar la obligación de inversión del 1% y determinar la cuenca donde se deberá llevar a cabo dicha inversión, con

¹ CONGRESO DE COLOMBIA, LEY 99 DE 1993, página 25

² MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL RESOLUCIÓN NÚMERO (0622) de marzo 31 de 2009

el fin de dar cumplimiento con el precepto legal establecido en el párrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993³.

En otro en la solicitud de modificación sugieren la compra de predios que está autorizada en el Artículo quinto del Decreto 1900 de 2006, por lo que se considera apropiado que se adicionen los dineros correspondientes a la inversión del 1% para la modificación del proyecto y la compra de predios de interés ambiental⁴

De ahí la importancia de la implementación de una guía metodológica que permita identificar y listar los impactos ambientales que pueden ser encontrados dentro de una cuenca hidrográfica, en busca de agilizar el trabajo del evaluador en el trámite de expedición de la licencia ambiental mediante la revisión del contenido del documento del solicitante versus la correspondiente lista de impactos ambientales de la guía y poder definir rápidamente hacia cuales impactos se deben direccionar los recursos, teniendo en cuenta que las obras y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos ambientales que se encuentren en el plan de manejo ambiental (PMA) del proyecto licenciado, no harán parte del Programa de Inversión del 1% que trata el decreto 1900 de 2006.⁵

³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL RESOLUCIÓN NÚMERO (2122) de diciembre 6 de 2007

⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL RESOLUCIÓN NÚMERO (2349) de diciembre 24 de 2007

⁵ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, DECRETO 1900 de 2006, Artículo 5 Parágrafo 2.

2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es la ocupación de las cuencas en la parte alta de las montañas para la explotación de sus recursos naturales la causante de la degradación de los suelos que sirven de estructura para el follaje y permite la condensación del agua dentro de su ciclo natural, teniendo en cuenta que son estas áreas los semilleros donde se gestan los componentes del sistema hídrico indispensable para la generación de biomasa y subsistencia de los seres vivos. Como se puede apreciar, las cuencas hidrográficas se deben mantener en las mejores condiciones para el beneficio de los usuarios que tienen algún tipo de dependencia ya sea directa o indirectamente.

Dentro de la cuenca se presentan una serie de daños o problemas de carácter natural o antrópico, que deben ser atendidos con gran diligencia para evitar se tornen de carácter irreversible y poder prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos ambientales mediante la ejecución de obras o actividades acordes con el decreto 1900 de 2006 que reglamenta el Artículo 43 de la ley 99 de 1993.

El problema radica en no tener clara la destinación de los recursos económicos que deben pagar quienes desarrollen proyectos que involucren el uso de aguas tomadas directamente de la fuente natural, obligación establecidas en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y regulada por el Decreto 1900 de 2006. Prueba de lo anterior se evidencia en la Resolución N° 622 del 31 de marzo de 2009 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por medio de la cual “RESUELVE UN RECURSO DE REPOSICIÓN” y en ella se establece que: “La empresa B.P. EXPLORATION COMPANY COLOMBIA LTD. (BPXC) de conformidad con lo establecido en el parágrafo del artículo 43 de la ley 99 de 1993 reglamentado por el Decreto 1900 de 2006, deberá destinar como mínimo un uno

por ciento (1%) del valor del proyecto, en actividades de recuperación, preservación y vigilancia de la Cuenca Hidrográfica Aguazula o Bocachico y/o Río Charte, localizada en jurisdicción del municipio de Yopal, departamento de Casanare, para lo cual deberá presentar en un plazo no mayor a cuatro (4) meses contados a partir de la ejecutoria de la presente resolución, un plan de inversiones con su respectivo cronograma de actividades, para la evaluación y aprobación por parte de este Ministerio. Las actividades en que se resuelva realizar la inversión deben ser de las establecidas en el marco del Decreto 1900 del 12 de Junio de 2006, concertadas con la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUIA y ejecutadas directamente por la empresa B.P. EXPLORATION COMPANY COLOMBIA LTD. (BPXC).”

La empresa BP. EXPLORATION COMPANY (COLOMBIA) LTD., de acuerdo con la información radicada en el Ministerio y atendiendo la revisión de la misma de conformidad con el Decreto 1900, comento que la base del cálculo para la liquidación del 1% para el área de los pozos Volcanera ya fue suministrada y los detalles de las inversiones fueron entregados al Ministerio y que a la fecha se han realizado inversiones en beneficio de la cuenca a pesar de la falta de reglamentación y por omisión del Ministerio, el valor supera los US \$739.668.72 dólares⁶, superando ampliamente el monto de la obligación establecida en la ley 99 de 1993, concretada por el Decreto 1900 de 2006 y debidamente concertada con Corporinoquia.

Este caso nos ilustra claramente el problema que se viene presentando con el manejo de estos recursos, como se puede ver la compañía BP, menciona haber hecho la inversión y el Ministerio no está de acuerdo, en el documento se pueden evidenciar obras y actividades que la BP desarrollo como ellos lo manifiestan, pero

⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL RESOLUCIÓN NÚMERO (0622) de marzo 31 de 2009

estas harían parte del plan de manejo ambiental por encontrarse dentro del área de influencia del proyecto, es el caso del cerramiento las 40 hectáreas asignadas al proyecto Volcanera en las cuales la BP, reporta haber hecho una importante inversión de recursos en este aislamiento que si bien es cierto es favorable para la recuperación de la vegetación, es una obra necesaria para el desarrollo del proyecto. Casos como este evidencian la falta de una herramienta que permita dejar en claro desde un comienzo la destinación de los recursos de la obligación y evitar este tipo de conflictos que generan pérdidas de tiempo y recursos para los entes encargados de estos asuntos al interior del Ministerio.

3 JUSTIFICACIÓN

Esta guía metodológica está orientada a la agilización del proceso de licenciamientos ambientales y específicamente en lo referente al Decreto 1900 de 2006, sin que se dé lugar a equivocaciones al momento de asignar los recursos para las obras o actividades de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos y efectos ambientales, que se presentan dentro de la cuenca hidrográfica que será intervenida con la ejecución de algún tipo de proyecto que involucre el uso de aguas naturales y las tome directamente de la fuente para ser utilizadas durante los procesos de diseño, construcción y operación del proyecto.

Para nadie es un secreto que desde siempre se vienen presentando serios inconvenientes con el uso irracional de los recursos naturales y en algunos casos la falta de control por parte de las autoridades en general, permitiendo el detrimento de estos hasta el punto de su desaparición.

Es de entender que en instituciones como el Ministerio del Medio Ambiente se manejan grandes volúmenes de información dentro de las solicitudes de licencias ambientales, dando lugar a la generación de errores al momento de emitir un concepto teniendo en cuenta que este tipo de conceptos entendidos como técnicos son de alguna manera sugestivos, si se tiene en cuenta la formación del evaluador. Es por esto que se hace necesario listar y unificar los criterios de los impactos ambientales, así como la prioridad de ser atendidos, teniendo en cuenta que se dispone de unos recursos económicos gestionados por la legislación, y que deben ser invertidos específicamente en el mantenimiento y recuperación de la cuenca hidrográfica.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Diseñar una guía metodológica que permita identificar fácilmente los problemas ambientales dentro de una cuenca hidrográfica, para ser corregidos con la obligación de inversión del 1% contemplado en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y regulados por el Decreto 1900 de 2006.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar los impactos ambientales que se pueden encontrar dentro de una cuenca hidrográfica y que estarían dentro de los objetivos de la obligación de inversión del 1%.
- Listar los diferentes tipos de obras biomecánicas que cumplen la función de recuperación de la cuenca hidrográfica.
- Estructurar un diagrama de procesos que facilite la identificación de la aplicabilidad del Decreto 1900 de 2006 y poder determinar las obras y actividades que se pueden ejecutar dentro de la cuenca.
- Diseñar la Guía metodológica que permita definir las obras o actividades a realizar para la inversión del 1% contemplado en el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993

5 MARCO REFERENCIAL.

5.1 MARCO TEÓRICO

En la actualidad se evidencian serias alteraciones al medio ambiente en general, como el cambio climático y los desastres naturales de gran magnitud que afectan a la población humana y seres vivos en general. Pero esto es apenas lo que se puede apreciar a simple vista del problema que enfrenta la humanidad debido a la demanda de recursos para mantener su crecimiento demográfico.

El autor Roy Morgan, estudia y documenta los problemas ambientales generados por las malas prácticas de cultivo y descuido de las zonas agroforestales que hacen parte integral de las cuencas hidrográficas para el desarrollo de las regiones⁷.

Es aquí donde las autoridades juegan un papel importante en la conservación y recuperación de estas áreas en busca de prevenir daños irreversibles que inician con procesos erosivos y terminan en la desertificación de los terrenos, la erosión es uno de los problemas que más inquieta a la comunidad científica ya que sus consecuencias son dramáticas como se puede apreciar en el aumento del tamaño y número de desiertos a nivel mundial. Se puede afirmar que la erosión es prácticamente irreversible comparada con el promedio de vida de un humano ya que lograr que un desierto vuelva a ser suelo fértil es una tarea que puede tardar siglos, por el contrario hacer que los suelos fértiles se erosionen no es tan difícil con tan solo retirar la cobertura vegetal se inicia la generación de cárcavas y con

⁷ MORGAN Roy. Erosión y conservación del suelo. Madrid: Mundi-prensa.1996.345 p.

la presencia de lluvias moderadas se dará inicio al proceso erosivo sin mucho esfuerzo con resultados devastadores por la pérdida de los componentes superficiales del suelo donde se desarrollan gran parte de las actividades humanas además de ser el soporte para las plantas que son la base de la dieta alimentaria de los seres vivos.

En general los daños producidos por la erosión son de gran impacto pero no solo a nivel superficial como se ha venido tratando, de la superficie hacia abajo se desarrollan otros procesos como la incapacidad para retener agua y recargar los acuíferos que nos abastecen y en épocas de lluvia son más probables las inundaciones al no tener obstáculos que reduzcan o disipen la escorrentía superficial aguas debajo de las zonas de precipitación.



Figura 1. Zona deforestada

Como se puede ver, este tema es de vital importancia para la humanidad, y localmente no hay mecanismos que evidencien que se están utilizando eficientemente los recursos de la tasa por el uso del agua para lo cual se propone esta guía metodológica enmarcada dentro de los parámetros de la resolución 1023

del 28 de julio de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial⁸, mediante la que establece la adopción y uso de este tipo de herramientas que permiten agilizar los procesos que se desarrollan al interior de la institución.



Figura 2. Terreno desprovisto de cobertura vegetal

En la figura 2, se puede observar un terreno completamente desprovisto de cobertura vegetal y con problemas de cárcavamiento debido al arrastre de materiales principalmente de la lluvia y el viento, este panorama nos dimensiona un poco más al gran problema que se tendrán que enfrentar las futuras generaciones si no se cuidan y usan moderadamente los recursos naturales que se tienen en la actualidad.

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Resolución 1023 de julio 28 de 2005 Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación.

5.2 MARCO CONCEPTUAL.

Es la cuenca hidrográfica el espacio donde se desarrollan las obras o actividades, que motivan la elaboración de esta guía metodológica, y de la cual ampliaremos su definición.

5.2.1 La cuenca hidrográfica

Se conoce como cuenca hidrográfica el área delimitada por una línea imaginaria que une las partes más altas y la delimita, obligando que las aguas superficiales o subterráneas sean direccionadas hacia los cauces naturales desde la parte alta hacia la parte baja, para ser vertidas en lagos naturales, embalses, ríos de mayor tamaño y en algunos casos directamente al mar dependiendo de su localización. La cantidad de agua o caudal que se registra en una cuenca depende de una serie de variables como su localización, precipitación, vegetación, uso del suelo y agentes climáticos, de ahí la importancia de su conservación, para lo cual se crea El Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, POMCA⁹. Como instrumento de referencia para el ordenamiento de las cuencas hidrográficas dentro del territorio nacional.

⁹ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1729 de 2002, "Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones"

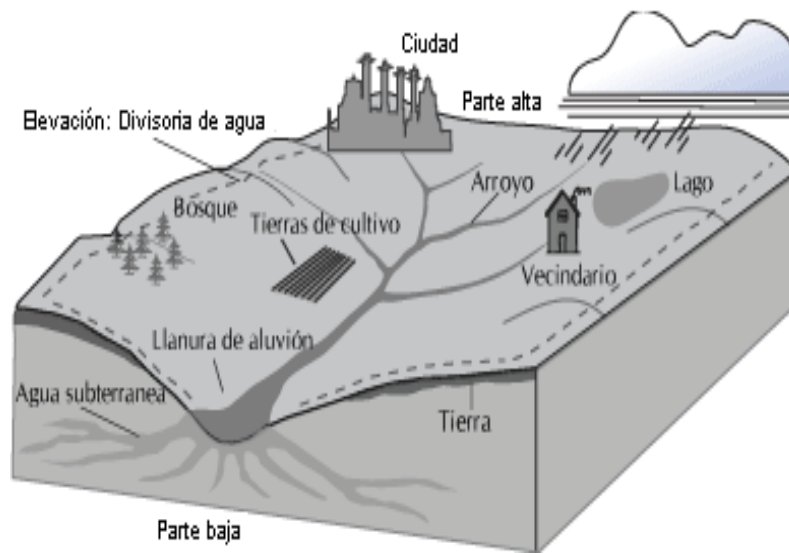


Figura 3. Componentes de la Cuenca Hidrográfica¹⁰

5.2.2 Partes de una cuenca Hidrográfica

Dentro de una cuenca se pueden encontrar los elementos básicos en su estado natural y los adicionados mediante la intervención antrópica, en este caso los citaremos todos para comprender su dinámica.

- **Cuenca alta**

Corresponde a la zona donde nace el río en la parte de mayor elevación de la montaña, normalmente se caracteriza por presentar alta pendiente y en la cual es moderada la cantidad de agua que se puede apreciar a simple vista

- **Cuenca media**

Es la parte de la cuenca en la que se presenta un equilibrio entre el material sólido

¹⁰ Adaptado de Mid-America Regional Council año 2012

que llega arrastrado por la corriente de agua y el material que sale. En estos lugares se puede observar que en no hay problemas de erosión.

- **Cuenca baja**

En esta parte de la cuenca se depositan los materiales extraídos de la parte media hacia abajo y son depositados en lo que se conoce como la llanura aluvial o cono de eyección

- **Otros componentes**

A lo largo y ancho de la cuenca se pueden identificar otros componentes como asentamientos humanos, lagos artificiales, industrias agrícolas, forestales y ganaderas que si bien es cierto producen alteraciones significativas no son componentes naturales de la cuenca.

5.2.3 Los POMCA

Los POMCA Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, son los encargados de plantear el uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables que se encuentran dentro de las cuencas hidrográficas, en busca de mantener o restablecer un adecuado balance entre la explotación económica de los recursos y la conservación de los factores físico-bióticos presentes dentro de esta permitiendo el desarrollo del ciclo hidrológico y de esta manera garantizar el abastecimiento de agua para el proyecto y demás usuarios que se encuentran dentro del área de la cuenca hidrográfica que será intervenida

- **Importancia de los POMCA**

Los POMCA nos permiten tener la cuenca ordenada para el desarrollo de las siguientes actividades:

- La programación del uso y manejo sostenible de los recursos naturales

renovables.

- Mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de los recursos.
- La conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y de sus recursos.
- Planificar programas y proyectos, tendientes a la conservación, protección, restauración y prevención del deterioro de la cuenca.

Como se puede apreciar estamos ante un tema de gran impacto ambiental, social y económico, si tenemos en cuenta que es en estos lugares donde se generan las materias primas para la generación de la biomasa utilizada como alimentos y procesada para producción de materias primas e insumos de uso comercial e industrial. Y es por eso que las cuencas hidrográficas deben contar POMCA, en el cual se presenta una radiografía del estado de la cuenca para poder identificar los puntos críticos que deben ser atendidos o recuperados, para el bienestar de los usuarios y de esta.

Teniendo en cuenta que la cuenca hidrográfica es un componente del sistema hídrico nacional, es evidente que no solo afecta las actividades propias de la cuenca, sino en general el sistema del cual hace parte integral.

Es por esto que se debe dar gran importancia a la destinación de los recursos provenientes de la obligación de inversión del 1%, en la medida que se desarrollen proyectos que involucren el uso desmesurado de aguas y la mala conservación de los elementos componentes de las cuencas, estas se verán afectados por los procesos erosivos como resultado de las malas prácticas de cultivo y beneficio de los recursos que se encuentran dentro de estas, llevándolas al desequilibrio total y desaparición de los cuerpos de agua, generando caos dentro del área de la cuenca y fuera de esta causado por la falta del preciado líquido.



Figura 4. Panorama de una zona en proceso de erosión

Y es aquí donde la Ley deja claro que las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, deben hacer el pago de los gastos para la protección y conservación de los recursos hídricos de acuerdo con las tasas fijadas por el Gobierno Nacional en el artículo 159 del Decreto 2811 de 1974, el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y reglamentado por el Decreto 1900 de 2006, pero al momento de evaluar las solicitudes de licencias ambientales para los proyectos que involucran el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales, estos recursos se pueden desviar teniendo en cuenta que el volumen de información que se maneja puede llegar a ser muy grande dependiendo del tipo de proyecto para el que se solicita la licencia ambiental.

5.2.4 La erosión

Es el resultado de la deforestación o pérdida de la cobertura vegetal, en este proceso pueden intervenir agentes como la lluvia, nieve, frío, viento y los seres vivos. El autor Roy Morgan, estudia y documenta los problemas ambientales generados por las malas prácticas de cultivo y descuido de las zonas

agroforestales que hacen parte integral de las cuencas hidrográficas para el buen desarrollo de las regiones¹¹

5.2.5 Las cárcavas

Las cárcavas son los socavones producidos al paso de la lluvia en rocas y suelos con altas pendientes. Estas producen la llamada erosión remontante. Se definen normalmente como el abarrancamiento formado por los materiales blandos arrojados por el agua en ausencia de la cobertura vegetal suficiente, atacando principalmente las zonas de altas pendientes, que al paso del agua excava largos surcos en el suelo¹².

5.2.6 La deforestación

La deforestación es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la capa vegetal y está directamente ligada a las actividades antrópica sobre los recursos naturales, especialmente por las quemas y talas para la obtención de maderera y suelo para la agricultura y ganadería, sumado a esto la falta de control y el manejo irresponsable de los recursos forestales y leyes medioambientales laxas que ejercen poco o ningún control frente al problema.

¹¹ MORGAN Roy. Erosión y conservación del suelo. Madrid: Mundi-prensa.1996.345 p.

¹² Tomado de Gudde, Erwin; William Bright (2004). California Place Names (Fourth edición). University of California Press



Figura 5. Deforestación por quema del bosque¹³

5.2.7 La desertificación

Es el proceso mediante el cual se deteriora y degrada el suelo y los ecosistemas en general, como resultado de las variaciones climáticas y las actividades humanas.

La gravedad del proceso de desertificación se puede medir en su lento ritmo de recuperación de la vegetación, demandando de grandes inversiones y esfuerzos para restaurar los bosques a sus condiciones iniciales, como se puede ver esto tiene consecuencias que afectan directamente la calidad de vida de los usuarios de los servicios ambientales de las cuencas hidrográficas especialmente al hombre que tiene gran dependencia de los recursos que esta produce

¹³ Imagen tomada de: monografias.com, consultado junio de 2012

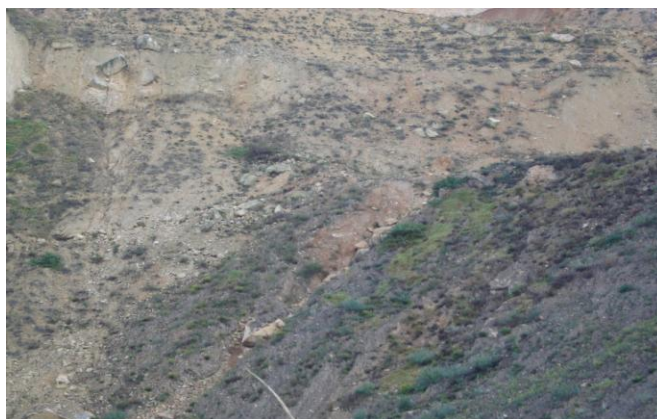


Figura 6. Terreno en proceso de desertificación

5.3 Obras de recuperación y conservación de la cobertura vegetal

Para determinar si se requiere implementar obras para la restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales o aislamiento de áreas que faciliten la sucesión natural, se debe revisar la línea base a fin de identificar y localizar los sectores críticos donde se deberá implementar alguna de las obras que se presentan a continuación.

- **Aislamiento físico de áreas**

El objetivo de esta práctica, es evitar el acceso de animales de pastoreo al área en recuperación y de esta manera lograr la repoblación de la faja de terreno con las especies nativas o en su defecto con especies adecuadas que deberán ser sugeridas por un ingeniero Forestal: El aislamiento, normalmente se realiza mediante cercos en alambre de púas, postes de 0,08 a 0,10m de diámetro y 2,20-2,40m de longitud, preferiblemente inmunizados y enterrados 0,50m, previo esparcimiento de brea o algún otro impermeabilizante en la porción en contacto directo con el suelo. El cerramiento deberá superar la anchura de la cárcava, de forma que, por ejemplo, si ésta tiene 3,00m de profundidad, la distancia del alambrado al borde más próximo deberá ser de 6,00m a 7,50m, siendo conveniente una distancia mayor con respecto a su cabecera.



Figura 7. Aislamiento de una área de terreno para recuperar el bosque

- **Empradizados**

Esta es la forma más fácil y rápida de dar cobertura a un terreno, teniendo en cuenta que el material vegetal se ha desarrollado previamente en otro lugar, sin embargo puede resultar costoso dependiendo de la distancia del lugar en el que se pueda disponer de un buen césped.

La técnica consiste en la utilización de cuadros de pasto de 0,30 x 0,30m, con una capa de tierra negra de al menos 0,05 m; estos cuadros son fijados a la superficie mediante estacas preferiblemente vivas, para lo cual se recomienda hacer una fertilización previa del área a recuperar. Esta técnica es una de las más efectivas para el control de la erosión, ya que los pastos protegen el suelo del impacto generado por las gotas de lluvia, y el material vegetal fijado por las estacas le da agarre al suelo.



Figura 8. Empradizado con césped para recuperar la capa vegetal

- **Siembra en surcos**

Este procedimiento consiste en la conformación de surcos paralelos a las curvas de nivel de los taludes que ya han sido moldeados con pendientes menores o iguales al dos por ciento (2%), para dichos surcos se recomiendan profundidades entre 0,10m y 0,15m distanciados a 0,50m además de la conformación del terreno se debe hacer un análisis de las características del suelo, para determinar si requiere algún tipo de fertilizante o control en su PH, especialmente la acidez, se continua con el alistamiento de la capa de material orgánico que servirá de liga entre el suelo estéril y el material vegetal después de éstos se recubren con tierra para luego colocar encima tallos rastreros de pastos y semilla uniformemente, posteriormente se le hace un recubrimiento con tierra negra de aproximadamente 0,03m de espesor.



Figura 9. Vista típica de un sembrado en surcos

- **Siembra de barreras vivas**

Esta técnica de recuperación de suelo consiste en la siembra de densas hileras o líneas de plantas, arbustos y árboles de porte medio, a distancias que varían dependiendo de las especies, clima, suelo y pendiente del terreno dichas distancias van desde los 0,20m hasta los 3,00m, esta es una de las prácticas de recuperación de suelos comúnmente utilizada ya que permite la introducción de algunas variantes y permite que las plantas introducidas se adapten fácilmente.

Esta práctica de recuperación de suelo normalmente se implementa como medida complementaria a las obras de manejo, control de la velocidad, desviación de aguas mediante cunetas y zanjas, aumentando la vida útil de las obras, especialmente la de las zanjas, esta técnica como las demás deben ser acompañada por un especialista de del área forestal o agronómica para que determinen el tipo de vegetación más acertada, teniendo en cuenta las variables de clima, entorno social, entorno cultural y características del suelo, así como los cuidados especiales que garanticen el crecimiento y mantenimiento de las especies para obtener los mejores resultados durante las diferentes etapas del procedimiento.



Figura 10. Aislamiento de una zona con barreas vivas¹⁴

- **Trinchos en esterilla**

Son estructuras transversales fabricadas en esterilla de guadua y maderas rollizas vivas o inmunizadas como elementos verticales permiten la acumulación de sedimentos de materiales con sustancias cicatrizantes y enraizadoras, que gracias al tratamiento previo del suelo y la colmatación de la estructura se conforman

¹⁴ Imagen tomada de: elnuevodia.com.co, consultado enero de 2012

terrazas que permiten la siembra de gramíneas, leguminosas u otras especies que recomiende el profesional agrónomo o forestal.



Figura 11. Fotografía de un trincho en esterilla¹⁵

- **Trinchos en madera**

Al igual que la anterior esta estructuras es también de carácter transversal en las cuales se utilizan tablonces de madera como elementos horizontales y estacas de mínimo 0,10m de diámetro y 1,50m de longitud como elementos verticales, los tablonces se deben fijar en sus extremos con alambre galvanizado, clavos de acero u otro material; la altura de la estructura no debe superar 1,00m y se deben intercalar estacas vivas a razón de una (1) por metro lineal para garantizar el anclaje de la estructura al suelo.

¹⁵ Imagen tomada de: buscagro.com, consultado enero de 2012



Figura 12. Imagen de un trincho de madera

- **Trinchos en guadua**

Es otro tipo barreras transversales construida en guadua rolliza inmunizada con asfalto o ACPM para mayor durabilidad, además se debe complementar con la plantación estacas vivas a 0,40m y un diámetro mínimo de 0,10m de los elementos verticales de la estructura y de esta manera garantizar la fijación de estos al suelo previamente tratado con sustancias agroquímicas cicatrizantes y enraizadoras.



Figura 13. Trincho en guadua¹⁶

¹⁶ Imagen tomada de: unperiodico.unal.edu.co, consultado enero de 2012

- **Remoldeo del terreno**

El remoldeo de terreno de taludes se debe ejecutar cuando las características de la cárcava no permiten la conformación de terrazas y consiste en la suavización de la inclinación del terreno mediante herramientas manuales a las condiciones óptimas para el desarrollo de la vegetación al 120% o 50° sexagesimales máximo, para disminuir el efecto los efectos erosivos de la lluvia en condiciones excesivas de la pendiente topográfica que impiden el establecimiento de coberturas vegetales.



Figura 14. Vista de un terreno remoldeado para su recuperación¹⁷

5.3.1 Obras para el control del agua de escorrentía

La conducción y manejo de las aguas escorrentía, presenta gran importancia para la preservación del suelo, especialmente en aquellos de altas pendientes y es aquí donde empiezan los grandes problemas de erodabilidad, es por esto que se deben implementar obras de control de la escorrentía para cada uno de los casos, como por ejemplo enrocados, zanjas, zanjas de coronación, canalículos o acequias,

¹⁷ Imagen tomada de: ciac-idr.com, consultado enero de 2012

estructuras disipadoras de energía que interrumpen el recorrido del flujo del agua superficial permitiendo su conducción y disposición en forma adecuada a estructuras receptoras o fuentes naturales, evitando el arrastre de grandes cantidades de material que dejan suelo sin cobertura vegetal, dentro de las obras más comunes tenemos:

- **Fajas de césped**

El método está basado en la plantación de vallas de matas de 0,30m de ancho dispuestas transversalmente y es aplicable en cárcavas pequeñas o medianas dentro de cuencas de poca extensión y bajas pendientes, los distanciamientos entre matas son de 0,10m a 0,15m, en surcos poco profundos y en algunas ocasiones protegidos con hileras de estacas colocadas unos 0,30m abajo de las matas y distanciamientos de 1,50m a 2,10m entre las hileras.



Figura 15. Vista general de la fajas de césped¹⁸

- **Aterrazado continuo de nivel**

Esta obra consiste en la conformación de niveles de terraza, con ancho de 0,60m, y altura vertical de 0,20m, con un ligero desnivel hacia su interior para evitar la salida de agua por las paredes verticales de las terrazas cuando se tienen altas

¹⁸ Imagen tomada de: ghidrologia.blogspot.com, consultado enero de 2012

concentraciones de agua, se recomienda utilizarlas en terrenos con pendientes menores 30%, el método constructivo es manual y en la etapa de reforestación se recomienda la asesoría de un profesional agrónomo o forestal en la preparación y fertilización de la sección horizontal para la siembra y colocación de material protector que favorezca la retención de sedimentos y el cubrimiento vegetal para el control del escurrimiento.



Figura 16. Imagen de un terreno aterrazado¹⁹

- **Terraplenes de tierra con césped**

Son montañas construidas en tierra y de sección transversal uniforme, debidamente compactada y colocada de tal forma que se mantenga una relación de pendiente en los taludes de 3:1 y 4:1 como las más recomendada dependiendo de las características del suelo y recomendaciones del Geotecnista, una vez conformados los terraplenes se deben cubrir con césped para evitar el arrastre de materiales por acción del os vientos, lluvia, meteorización, causas naturales o antrópicas.

¹⁹ Imagen tomada de: batallasdelpino.blogspot.com, consultado enero de 2012



Figura 17. Vista de un terraplén recubierto con césped

- **Surcos profundos**

Sistema recomendado en suelos con buenos sistemas de drenaje y consisten básicamente en la conformación de surcos paralelos a las curvas de nivel y profundidades hasta de 0,35m de profundidad y separaciones 1,50m entre ellos, están localizados en el contorno de la cabecera de la cárcava, a una distancia mínima igual a la profundidad de ella, esta práctica se debe complementar con la siembra de especies vegetales en los jarillones de los surcos.



Figura 18. Panorámica de los surcos profundos²⁰

²⁰ Imagen tomada de: <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s06.htm#bm06.1.1>; c/tao enero de 2012

- **Surcos en curvas de nivel**

Este método es muy similar al anterior, pero de profundidades más superficiales que están entre los 0,18m y 0,25m, dentro de las que se pueden plantar especies vegetales al interior de la cárcava y especie forestales en sus jarillones.



Figura 19. Surcos paralelos a las curvas de nivel²¹

- **Barrera de costales**

Esta técnica consiste en la disposición de sacos o costales de fique tipo panelero, que contienen una mezcla semillas, estolones de varias especies de pastos, tierra negra, abonos químico y orgánico y de ser necesario cal, luego de llenar los costales se cierran y se fijan al terreno mediante estacas vivas, esta técnica es de amplia utilización para la estabilización de cárcavas, previa conformación de terrazas a diferentes que permitan la propagación de la vegetación.

²¹ Imagen tomada de: <http://www.tierramor.org/permacultura/suelos&agua.htm>; consultado enero de 2012



Figura 20. Barrera de costales rellenos de material²²

5.3.2 Control del agua sub-superficial

Este método busca controlar la presión producida por las aguas sub-superficiales y regular las fluctuaciones del nivel freático, brindando estabilidad y garantizando la permanencia de las obras que se adelanten en la superficie del terreno, así como el mejoramiento de la aireación del suelo en favor de las especies de la coberturas vegetal; este control se realiza mediante interceptores, filtros o sistemas de drenaje sub-superficial, que consisten en zanjas rellenas de material drenante (triturados), elementos de captación y transporte de agua (tubos) sellada en la parte superior con una capa impermeable, entre los más comunes tenemos el filtro francés compuesto por piedra gruesa que llena el centro de la zanja sin la instalación de un tubo de conducción, otro tipo de filtro es el que presenta iguales características a las descritas anteriormente más un tubo colector que conduce el caudal drenado, en el caso de suelos finos que puedan ser arrastrados por el agua al interior del filtro, se recomienda hacerle un recubrimiento exterior al filtro con un

²² Imagen tomada de: paginasprodigy.com.mx; consultado enero de 2012

geotextil no tejido para el control de estos, por otra parte en el mercado hay disponibilidad de geodrenes para el control de las aguas subsuperficiales, más eficientes y de fácil instalación respecto a los anteriormente mencionados y será el geotecnista el encargado de tomar la decisión respecto al filtro más adecuado, teniendo en cuenta las características del terreno en el cual se va a construir el filtro.



Figura 21. Construcción de un filtro sub-superficial²³

5.3.3 Construcción de obras transversales

En las medidas de control de la erosión, se mencionaron algunos métodos superficiales para corregir los problemas erosivos producidos por el arrastre de materiales, debido a la escorrentía de aguas superficiales, en este numeral se presentan estructuras de carácter transversal sobrepuestas en el terreno, normales al eje del canal de flujo formado dentro de las cárcavas, estas técnicas buscan, además de controlar el flujo de agua superficial, inducir un proceso de sedimentación producto de la meteorización y desgaste del suelo aguas arriba de cada una de las

²³ Imagen tomada de: <http://www.gemia.com.mx/documents/83.html>; consultado enero de 2012

Estructuras, generando un proceso de colmatación por acumulación de sedimentos que permite la revegetalización de forma natural o forzada, mediante las técnicas de restauración de cobertura vegetal que disminuyen la energía cinética del flujo de agua superficial. Este tipo de obras pueden ser temporales, permanentes y dependen de la localización: por ejemplo; si se trata de una zona urbana con alta densidad poblacional estas deben ser definitivas, por el contrario si se trata del área rural normalmente son temporales en busca de la recuperación de la cobertura vegetal y conformación de una topografía ideal para su desarrollo, en cualquiera de los casos estas deben ser asesoradas o diseñadas por especialistas de estas disciplinas (Ingeniero Geotecnista o Forestal) para garantizar la durabilidad y estabilidad de las obras. A continuación se describen algunos tipos de obras de carácter temporal, teniendo en cuenta que son estas las comúnmente encontradas dentro de las cuencas hidrográficas.

- **Barrera de paja Y ramas**

Esta estructura se construye mediante el hincado de tres postes o estacones como elementos verticales, dispuestos en forma triangular o punta de lanza amarrados con tabloncillos para conducir el agua hacia el centro de la estructura y evitar socavaciones laterales, una vez construida la estructura, se cubre el fondo de la zanja con paja extendida y compactada y luego se instalan atados de ramas con la parte densa aguas abajo y amarradas a los postes que deben sobresalir 0,45m, de la rasante del terreno. Este tipo de estructuras se recomienda principalmente para cárcavas profundas y angostas.

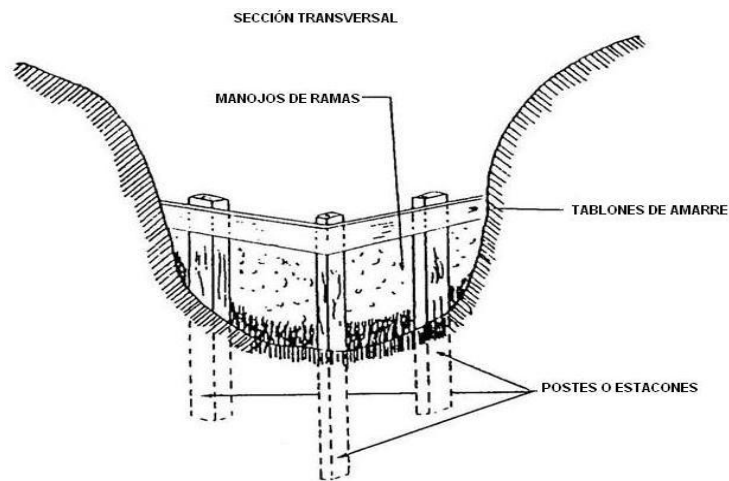


Figura 22. Barrera de paja y ramas²⁴

- **Represa de alambre**

En esta técnica como en algunas otras se instalan postes o estacones hincados al suelo a una profundidad aproximada de 0,60m a 0,80m y una separación transversal de 1,20m entre postes, y longitudinal de 2,40m a 3,00m entre las dos (2) hileras, los de la hilera interior se deben hincar inclinados en el sentido del flujo de agua, para encausarla hacia el centro de la estructura, que ha sido consolidada con el amarre entre hileras y el recubrimiento con malla enterrada a mínimo 0,20m para garantizar su anclaje en la parte inferior, los expertos recomiendan una altura de 0,90m; y la colocación de ramas delgadas y piedras en la parte delantera de la estructura a mínimo 1,20m, con el objetivo de atrapar la tierra arrastrada por la corriente. Esta estructura puede ser construida también de forma semicircular con un arco de un 1/6 más del ancho de la cárcava y su parte cóncava en sentido aguas abajo, la separación de los postes e instalación de la malla aguas arriba de la estructura es igual a lo descrito anteriormente en busca de la conducción de las

²⁴ Tomado y adaptado de: MODER Z. L. Control de cárcavas. CONAF. Sexta región. Primera Parte. En Chile Forestal 1983. N°. 94: 29-40

líneas de flujo hacia al centro de la estructura y de esta manera garantizar la sedimentación, lo anterior si se hace de una hilera si se hace de dos hileras se deben colocar piedras y ramas en el centro de las hileras y si es sencilla se enriquece el suelo con material orgánico y cobertura vegetal (césped) que permitan la regeneración de la vegetación.

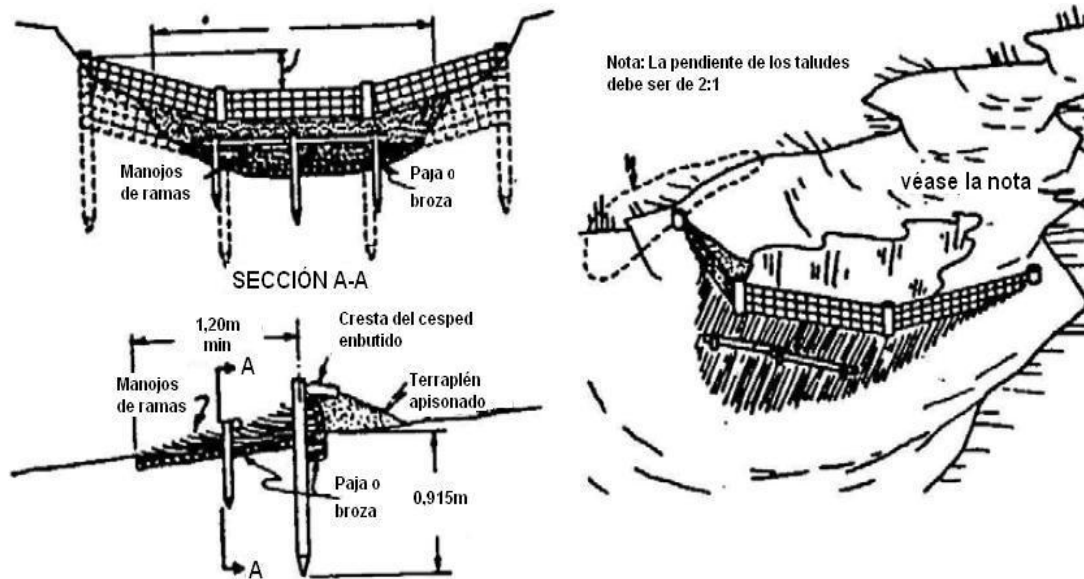


Figura 23. Represa de malla y Semicircular cóncava²⁵

- **Represa de rocas**

Esta estructura es recomendada especialmente para zanjas de pendiente moderada y pequeñas áreas de drenaje, es muy atractiva por su bajo costo especialmente en los lugares donde hay abundancia de piedra, por lo que presenta ventajas frente a presas hechas en otros materiales como madera,

²⁵ Tomado y adaptado de SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. Manual de Conservación de Suelos. México. Limusa-Wiley.1973

ramas y alambre, teniendo en cuenta que presenta mayor peso, resistencia, durabilidad y flexibilidad que le permite permanecer en contacto permanente con el lecho de la cárcava. Se tienen datos de estructuras de este tipo, con geometrías de 1,50m de ancho en su base inferior 0,60m de ancho en su parte superior y 0,90m de altura, se recomienda hacer un surco no inferior a los 0,15m de profundidad y dar cubrimiento total de la sección transversal de la cárcava, piedras de mayor tamaño externamente y las de menor tamaño en el centro de la estructura.

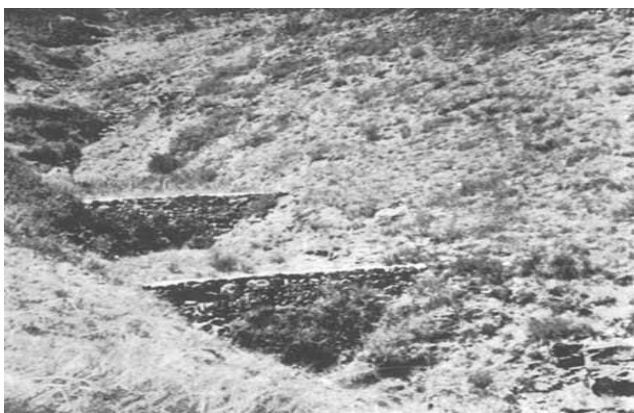


Figura 24. Presa de rocas²⁶

- **Represa de piedras y estacas**

En esta técnica al igual que la represa de alambre, se hincan en el suelo (2) hileras de estacas amarradas con alambre, pero con mayores dimensiones, los espacios entre las estacas se llenan con piedras, esta estructura es recomendada para el tratamiento de cárcavas profundas con mayores áreas de drenaje, ya que permiten el almacenamiento de los grandes volúmenes de sedimentos arrastrados por las aguas.

²⁶ Imagen tomada de: <http://www.fao.org/docrep/x5388s/x5388s03.jpg>; consultado enero de 2012

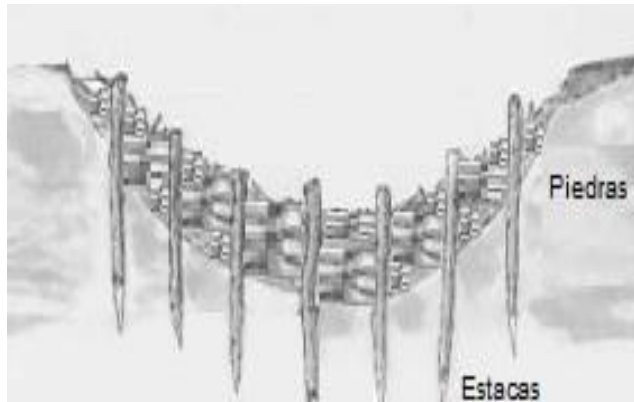


Figura 25. Presa en piedras y estacas²⁷

- **Diques de madera y troncos**

Son estructuras construidas con postes hincados al suelo y varas transversales al eje de la cárcava instaladas entre los postes de manera que permitan conformar la estructura. Se recomienda utilizarlas en cárcavas con anchos menores a 5,00m, alturas menores a 2,00m y la pared del dique debe sobresalir como mínimo 0,50m a 0,70m de manera que permita la retención sedimentos y evacuación del agua a través del vertedero. Para dar mayor anclaje a la estructura, se debe ejecutar una excavación de cimentación vertical equivalente a $3/4$ del alto efectivo y lateralmente en cada uno de los lados de $1/3$ del ancho efectivo; es recomendable la instalación de un delantales de piedras, troncos, ramas u otros materiales que disipen la caída del agua, la longitud recomendada para este delantal es de dos veces el alto de caída, y que sobresalgan 0,60m en los extremos del vertedero. Los costos de esta estructura dependen de la disponibilidad de los materiales, si no se dispone de la madera localmente sus costo puede llegar a ser muy alto.

²⁷ Tomado y adaptado de SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. Manual de Conservación de Suelos. México. Limusa-Wiley.1973



Figura 26. Dique de Madera y Troncos

- **Diques de sacos**

Esta técnica es relativamente reciente, siendo utilizada no solo para el control de cárcavas sino también en el control de otras modalidades de erosión como sucede en las rieras de los ríos mediante el empleo de sacos de polipropileno llenos de material y para el caso específico de las cárcavas los sacos se llenan con tierra del mismo sitio y dependiendo de la necesidad el material puede ser mezclado con cemento para mejorar la resistencia a la acción de la escorrentía superficial del agua.



Figura 27. Dique de sacos²⁸

²⁸ Imagen tomada de: [http://geomidco.com/Documents/Manual%20de%20conservacion%20 de%20suelos.pdf](http://geomidco.com/Documents/Manual%20de%20conservacion%20de%20suelos.pdf); consultado enero de 2012

- **Diques en material de la cárcava**

Esta estructura presenta características similares a la anterior, en cuanto a los sacos de polipropileno llenados con material proveniente de la cárcava, dichos sacos son llenados hasta 2/3 de su capacidad, sellados con fibra acrílica y dispuestos en la sección transversal, este tipo de estructura puede alcanzar alturas hasta de 1,50m, y ancho de 1,00m, se debe anclar al terreno mediante elementos verticales como estacones de un diámetro de 0,10m y 2,10m de longitud. En la parte inferior de la estructura se instalan tuberías de polietileno o PVC perforadas de 2" y 4" de diámetro que funcionan como pasa-muros y sistema de drenaje de la estructura.

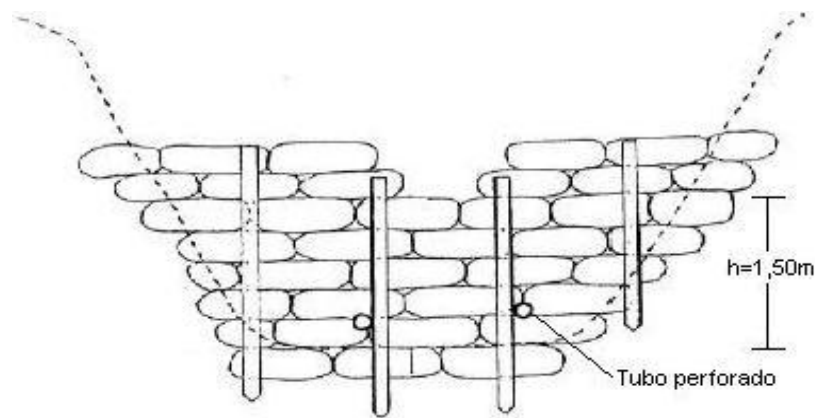


Figura 28. Diques en Material de la Cárcava²⁹

- **Diques en suelo cemento**

Para este caso los sacos deben ser rellenos con una mezcla de limo

²⁹ Tomado y modificado de LEON P. Juan Diego. Estudio y Control de la Erosión Hídrica. Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Medellín 2001.consultado enero de 2012

proveniente de la cárcava y cemento, en una proporción 1:10; y se humecta con agua en un 10 a 20% por peso, el suelo debe preparar de manera que, el tamaño de las partículas sean menores a 0,0095m o 3/8". La cantidad de material preparado no debe superar la capacidad o disponibilidad de la mano de obrar, siendo 1,00 m³ el volumen máximo de mezcla preparada que se recomienda alistar para empacarlo e instalarlo en la sección transversal, las dimensiones del dique son muy similares a las anteriormente descritas.



Figura 29. Diques en suelo cemento³⁰

- **Presas de ladrillos**

Estas son obras típicas de albañilería, pero se deben incluir en la presentación, ya que resultan ser alternativas viables y económicas. El modelo más recomendado por su funcionalidad, resistencia y relación resistencia/peso es la presa de arco con hasta 1,50m de altura, en el caso de la presa muro recto se necesitarían de 3 a 4 veces más unidades de mampostería para obtener la misma resistencia que la de arco, es por esto que la presa de arco requiere de la construcción de contrafuertes en los extremo para transmitir a las carga paredes de la cárcava, las presas rectas son más recomendables en el caso de estratos rocosos que atraviesan el lecho de la cárcava, recomendando que el ancho de la base sea

³⁰ Imagen tomada de: comunidadpipeline.blogspot.com; consultado enero de 2012

aproximadamente igual a la altura máxima. Es presas donde el ancho de la base supera la altura se debe construir un contrafuerte en la parte media de la presa, para disminuir el momento flector, ya que el momento flector causado por la presión del agua, es la mayor desventaja de las presas de muro recto, lo anterior se argumenta mediante la siguiente expresión:

$$M = \frac{\omega * l^2}{8} \text{ Dónde:}$$

M=momento flector

ω =carga por unidad de longitud

l=es la longitud de la pared

De esto se puede concluir que el riesgo de colapso es proporcional no a la longitud de la pared, sino al cuadrado de ésta, es por esto que al construir un contrafuerte en la parte media de la estructura se reducirá el ancho efectivo a la mitad, y el momento flector a un cuarto (Hudson, 1982). Para el cálculo del espaciamiento que se debe tener entre obras transversales existen múltiples expresiones, pero en general todas consideran variables como la altura de la estructura y la pendiente del terreno sobre la que se construye. El cálculo del espaciamiento, puede ejecutarse mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{h}{mt - mc} \text{ Dónde:}$$

E= espaciamiento entre obras transversales

h= altura de la obra

mt=la pendiente del terreno en porcentaje

mc=la pendiente de compensación (0,03)

Esta ecuación es básica y puede presentar ambigüedades dependiendo de algunas condiciones específicas del lugar como la frecuencia y cantidad de lluvia,

temperatura, infiltración y caudal de escorrentía. Es por esto que se recomienda la asesoría y acompañamiento de un profesional de esta disciplina.

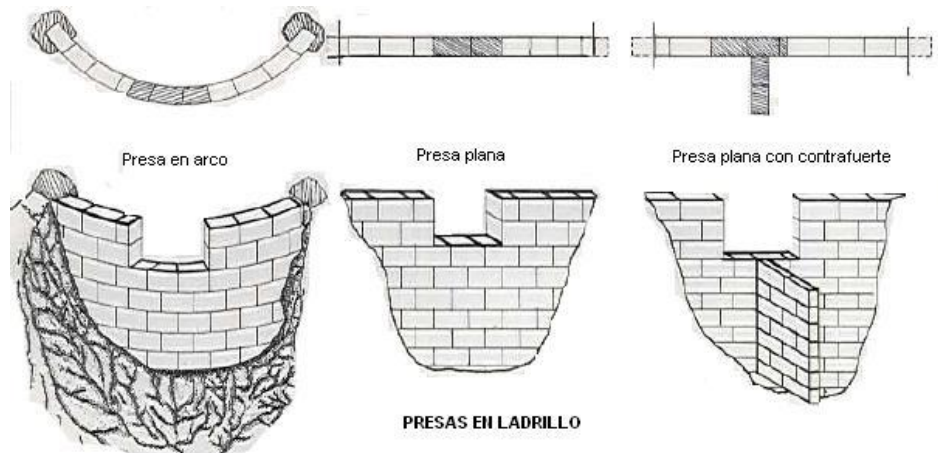


Figura 30. Tipos de presas en ladrillo³¹

5.3.4 Estructuras para la contención de suelos

El objetivo de las estructuras de contención, es la retención, confinamiento y prevención de fallas en los taludes, especialmente los intervenidos antrópicamente y que generan posibles remociones en masa debidas a las modificaciones de la geometría topográfica del terreno y alteración de los sistemas de drenaje naturales. Este tipo de estructuras deben ser diseñadas por un especialista, para garantizar su duración y funcionalidad junto con los sistemas de drenaje complementarios.

El tipo de estructura adecuado para cada caso, depende de la topografía y las características específicas del suelo. Dentro de las estructuras más comunes tenemos:

³¹ Imagen tomada y adaptada de: HUDSON, N. 1982. Conservación del Suelo. Barcelona: Reverté. consultado enero de 2012

- **Muros de contención en concreto**

Los muros de contención son básicamente estructuras rígidas de gran peso y tamaño, construidas en concreto simple o reforzado para la estabilización de los desplazamientos del suelo de ladera, que pueden ser generados por fenómenos naturales o inducidos por la ejecución de obras civiles superficiales o profundas.

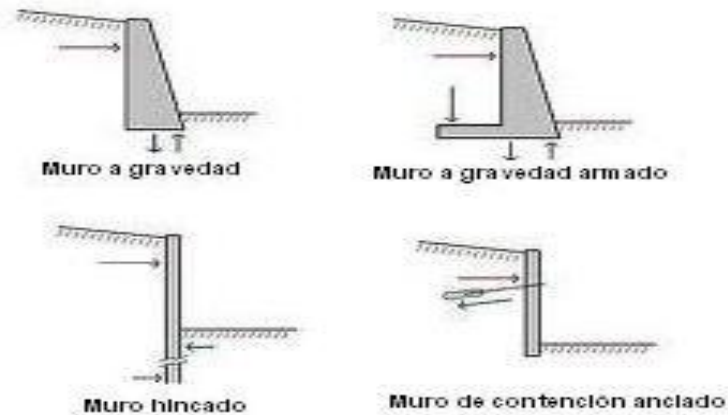


Figura 31. Principales tipos de muros de contención³²

- **Muros de contención tipo gavión**

Los muros en gaviones, son muros construidos con malla de alambre, piedras y de fácil construcción, sus dimensiones más usuales son de 1,50 a 4,00m de longitud por 1,00m de ancho y 0,50 a 1,00m de altura, su armado en sitio no requiere de personal especializado ya que el proceso no es dispendioso, consiste la modelación del terreno, conformación del cajón en malla y llenado con piedra.

³² Imagen tomada y modificado de: es.wikipedia.org; consultado enero de 2012



Figura 32. Muro de contención tipo gavión

- **Muros anclados**

Son muros que permite dar cubrimiento y estabilidad a grandes áreas de terreno, una vez se construye el muro se ancla al terreno con micropilotes para aplacar el deslizamiento de las laderas.



Figura 33. Muro de contención anclado

- **Hincado de pilotes**

Esta técnica para la densificación, estabilidad y contención de terrenos desplazables, se utiliza por tratarse de una obra civil que ofrece soluciones superficiales y profundas, es de aclarar que los costos de estas obras dependen de la localización y características del suelo, por este motivo deben estar

asesoradas por un profesional del área geotécnica para garantizar su funcionalidad.

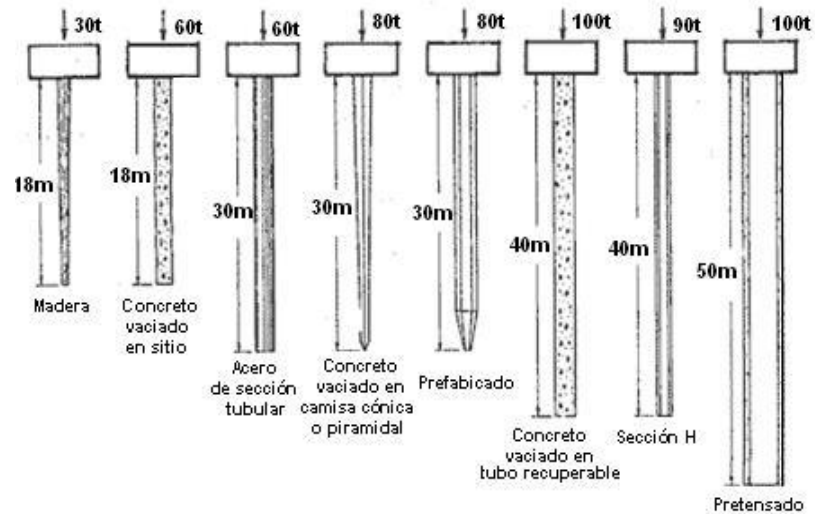


Figura 34. Tipos de pilotes, profundidades y capacidad de carga³³

- **Terraplenes reforzados**

Son montañas de tierra compactada de sección uniforme, recubiertos de placas prefabricadas en concreto, bolsacreto o geotextiles, este último se puede clasificar como temporal ya que su vida útil está limitada por los agentes climáticos, pero en la medida que se degradan las fibras, permiten la regeneración de la cobertura vegetal.

Se recomienda la asesoría de un profesional del área geotécnica, para la caracterización del suelo, teniendo en cuenta que no todos los suelos son cohesivos y permiten garantizar su funcionalidad de la estructura.

³³ Imagen tomada de: <http://www.elconstructorcivil.com/2011/02/tipos-de-pilotes-y-su-capacidad-de.html>; consultado enero de 2012



Figura 35. Terraplén reforzado con geotextil³⁴

5.3.5 Obras para la rectificación y manejo de cauces

Una vez identificadas las características de los cuerpos de agua de la cuenca objeto del proyecto mediante la línea base, se procederá al diagnóstico de los que requieren alguna obra para rectificar el cauce, prevenir posibles desvíos o daños que puedan afectar su normal funcionamiento o inclusive daños a la población riverense.

Aquí enunciaremos los problemas y obras que se desarrollan en los cuerpos de agua con mayor frecuencia.

³⁴ Imagen tomada de: solucionesespeciales.com; consultado enero de 2012



Figura 36. Vivienda riveraña afectada por la corriente de agua

- **Obras transversales para el control torrencial del agua**

Son presas pequeñas que funcionan como estructura de control y permiten reducir la velocidad del flujo en un determinado tramo específico, estos son susceptibles de fallar por una cimentación deficiente o socavación generada por el flujo de agua.



Figura 37. Obras para el control de caudales torrenciales

- **Espolones para desviación de líneas de flujo**

En lo posible no se recomendado el uso de este tipo de estructuras, debido los daños colaterales en las márgenes de río aguas abajo de la estructura, por la succión de materiales generada al paso del agua, estos espolones deben ser construidos en sentido al flujo del agua



Figura 38. Espolones para la desviación de líneas de flujo del río³⁵

5.3.6 Espolones para favorecer los procesos de sedimentación

Son estructuras que permiten controlar los sedimentos en suspensión que son transportados por el flujo de agua alto debido a la baja permeabilidad funciona como un colador. Al igual que las demás estructuras que están sumergidas o bañadas por corrientes de agua es susceptible de fallar por la socavación generada al paso del agua, estos espolones deben ser construidos en sentido contrario al flujo del agua



Figura 39. Espolón para favorecer la sedimentación

³⁵ Imagen tomada de: eluniversal.com.co; consultado enero de 2012

5.3.7 Obras marginales de encauzamiento

Son obras que se construyen para encauzar una corriente natural hacia una estructura de paso, que puede ser un puente, box-culvert, alcantarilla. Estas estructuras deben ser diseñadas con transiciones en la entrada y la salida para controlar los cambios súbitos en la velocidad del flujo y socavación del fondo del río.



Figura 40. Estructura de encausamiento de puente y vía

5.3.8 Obras de protección longitudinales contra la socavación

Estas obras se ejecutan en las márgenes de los ríos para prevenir la socavación y pérdida de las estructuras de contención, pueden ser muros o revestimientos que resistan a las fuerzas del agua. Estas estructuras deben ser diseñadas por un especialista, para garantizar su duración y funcionamiento.



Figura 41. Obras para controlar el cauce y las socavaciones

5.3.9 Acorazamiento del lecho de un río

El acorazamiento del lecho, es un refuerzo a la solera de fondo del río con materiales que no puedan ser arrastrados por la fuerza del agua, se recomienda anclarlos mediante algún sistema para no correr riesgos, el principal objetivo de esta obra es mantener la geometría del cauce.



Figura 42. Obras de protección del lecho de un río

5.3.10 Protección contra las inundaciones

Estas obras permiten controlar el caudal máximo que puede llegar a una llanura de inundación, estas pueden ser embalses reguladores, canales adicionales, dragados y limpieza de cauces, o realce de jarillones, es por esto que se deben considerar muy bien las áreas inundables antes de construir las obras.



Figura 43. Obra para el control de inundaciones aguas abajo³⁶

³⁶ Imagen tomada de: viajeslondres.org; consultado enero de 2012

5.3.11 Saneamiento de los cuerpos de agua

En la mayoría de países subdesarrollados y en algunos países desarrollados, las aguas negras y los desechos industriales no son debidamente tratados, sino que son descargados a la corriente de agua o laguna más cercana, donde los agentes climáticos y biológicos las degradan, generando focos infecciosos, malos olores y contaminación al medio ambiente. Es por esto que se deben implementar planes y programas para el saneamiento de las fuentes de agua mediante sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y negras independientes, estas últimas deben ser dirigidas a plantas de tratamiento para evitar su mezcla con aguas de ríos y quebradas, impactando negativamente comunidades y ecosistemas de aguas abajo.

A continuación presentamos las obras que se deben construir para evitar este problema.

5.3.12 Los interceptores

Los interceptores son redes de conducción con gran diámetro, normalmente construidos paralelamente a las márgenes de los ríos, estos pueden ser tubos de sección circular, cuadrado o rectangular, además de la conducción sirven para almacenar temporalmente las aguas servidas antes de pasar por la planta de tratamiento.



Figura 44. Vista interior de un interceptor en construcción

5.3.13 Plantas de tratamiento de aguas residuales

El proceso de tratamiento de aguas residuales se divide hasta en cuatro etapas que van desde procesos mecánicos hasta químicos, físicos y biológicos. En el tratamiento preliminar, se eliminan residuos flotantes mediante procesos mecánicos, permitiendo la aireación superficial de las aguas negras. En el tratamiento primario se ejecuta el proceso sedimentación de sólidos suspendidos y tamizado. Para el tratamiento secundario se desarrollan procesos físico-químicos, biológicos, aerobios, anaerobios y floculación para reducir la demanda biológica de oxígeno DBO. En la etapa del tratamiento llamado terciario o avanzado se reduce al mínimo la DBO, metales pesados, contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos, luego de esto se puede hacer el vertimiento a los cuerpos de agua naturales.



Figura 45. Planta de tratamiento de aguas residuales³⁷

5.3.14 Instrumentación y monitoreo del recurso hídrico

Por ser el agua es un elemento indispensable para la existencia de los seres vivos y para el sostenimiento de su entorno ambiental en el que estos interactúan mediante actividades sociales y productivas que impacta directa o indirectamente las fuentes naturales de agua. De ahí la necesidad de estar informados de los

³⁷ Imagen tomada de: lavalguadalajara.com; consultado enero de 2012

indicadores de calidad del agua dentro de la cuenca.

La información de las características fisicoquímicas del agua se puede obtener en tiempo real, mediante sistemas de monitoreo y transmisión de datos, estas estaciones no solo registran datos de agua sino de los componentes climáticos en general como el aire temperatura humedad relativa etc. Con estos datos se pueden hacer análisis, pronósticos y predicciones o advertir fenómenos climáticos de gran impacto.



Figura 46. Estación de monitoreo hidrometeorológico

5.3.15 Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica

Es importante el desarrollo de un programa de monitoreo limnológico e hidrobiológico para tener conocimiento de las características de las corrientes de los ríos que serán utilizadas para el desarrollo del proyecto, de esta forma, se consigue identificar y evaluar los riesgos de potenciales alteraciones en la calidad de las aguas y acompañar la evolución del cuerpo de agua, sugiriendo acciones y medidas para prevención y control de una potencial alteración de la calidad del agua por ocasión de la implementación y/o ejecución de cualquier actividad potencialmente contaminante en el área de interés.



Figura 47. Monitoreo de las fuentes de naturales de agua³⁸

5.3.16 Capacitación ambiental

Para promover planes de participación, protección y manejo ambiental, es necesario conformar un grupo de líderes y promotores, especialmente jóvenes, para empoderarlos de la gestión ambiental de su entorno y especialmente en la cuenca donde se desarrollará el proyecto y se tomará el agua para la ejecución de las obras y luego en el proceso operativo, para que promuevan y dinamicen las actividades con los actores implicados en el proyecto.



Figura 48. Capacitación ambiental³⁹

³⁸ Imagen tomada de: martincarotti.blogspot.com; consultado enero de 2012

³⁹ Imagen tomada de: 1p-educacion.com; consultado enero de 2012

5.3.17 Gestión de convenio con la unidad de parques PNN.

Establecer los Convenios necesarios con la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, para coordinar las acciones necesarias para establecer las Zonas de Amortiguación dentro de los Parques Nacionales Naturales, como apoyo al cumplimiento del Plan estratégico de acción incluido en el Plan de Manejo del Parques.



Figura 49. Parque nacional natural el Cocuy (Boyacá)

5.4 MARCO LEGAL.

Es el Decreto 2811 de 1974, libro II parte III el que se ocupa del principio de precaución en cuanto a las propiedades dentro de las cuales se encuentran los cuerpos de agua, susceptibles de ser explotados sin las licencias ni medidas adecuadas que eviten la afectación del medioambiente en sus diferentes escenarios y evoluciona con la Ley 99 de 1993 que en su artículo 43 define la obligación de inversión del 1%, pero el marco normativo específico que reglamenta el tema de inversión de la tasa del 1%, es el Decreto 1900 de 2006, y por ser esta la norma principal se presenta su transcripción:

Artículo 1°. Campo De Aplicación. Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica; de conformidad con el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

ARTÍCULO 2°. De Los Proyectos Sujetos A La Inversión Del 1%. Para efectos de la aplicación del presente decreto, se considera que un proyecto deberá realizar la inversión del 1% siempre y cuando cumplan con la totalidad de las siguientes condiciones:

- a) Que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea,
- b) Que el proyecto requiera licencia ambiental;
- c) Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiendo por esta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación;

d) Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria.

PARÁGRAFO 1°. La inversión a que hace referencia el artículo 1o del presente decreto, será realizada por una sola vez, por el beneficiario de la licencia ambiental.

PARÁGRAFO 2°. Lo dispuesto en el presente decreto no aplica para aquellos proyectos que tomen el agua directamente de la red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio.

ARTÍCULO 3°. LIQUIDACIÓN DE LA INVERSIÓN. La liquidación de la inversión del 1% de que trata el artículo 1o del presente decreto, se realizará con base en los siguientes costos:

- a) Adquisición de terrenos e inmuebles;
- b) Obras civiles;
- c) Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles
- d) Constitución de servidumbres.

PARÁGRAFO. Los costos a que se refieren los literales anteriores corresponden a las inversiones realizadas en la etapa de construcción y montaje, previa a la etapa de operación o producción. De igual forma, las obras y actividades incluidas en estos costos serán las realizadas dentro del área de influencia del proyecto objeto de la licencia ambiental.

ARTÍCULO 4°. APROBACIÓN DE LA INVERSIÓN. El solicitante de la licencia ambiental presentará simultáneamente ante la autoridad ambiental competente, el Estudio de Impacto Ambiental y el programa de inversiones correspondiente a la inversión del 1%. Este último deberá contener como mínimo la delimitación del

área donde se ejecutará, el valor en pesos constantes del año en el que se presente, las actividades a desarrollar y el cronograma de ejecución respectivo.

En el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental competente otorgue la licencia ambiental, se aprobará el programa de inversión, el cual estará sujeto a las actividades de seguimiento y control.

PARÁGRAFO 1°. En los casos de competencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el peticionario deberá radicar simultáneamente ante las autoridades ambientales con jurisdicción en el área de influencia del proyecto, una copia del programa de inversión con la copia del Estudio de Impacto Ambiental, a fin de que estas emitan el concepto respectivo, para lo cual contarán con un término máximo de treinta (30) días hábiles. El peticionario allegará la constancia de radicación con destino al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

PARÁGRAFO 2°. Con el fin de ajustar el valor de la inversión del 1%, calculada con base en el presupuesto inicial del proyecto, el titular de la licencia ambiental deberá presentar ante la autoridad ambiental competente, dentro de los seis (6) meses siguientes a la fecha de entrada en operación del proyecto, la liquidación de las inversiones efectivamente realizadas, las cuales deberán estar certificadas por el respectivo contador público o revisor fiscal, de conformidad con lo establecido en el artículo 3° del presente decreto.

Con base en la información suministrada, la autoridad ambiental competente procederá a ajustar, si es del caso, el programa de inversión.

ARTÍCULO 5°. DESTINACIÓN DE LOS RECURSOS. Las inversiones de que trata el presente decreto, se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental, de acuerdo con lo

dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica que incluya la respectiva fuente hídrica de la que se toma el agua.

En ausencia del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, los recursos se podrán invertir en algunas de las siguientes obras o actividades:

- a) Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en un porcentaje que establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural.
- c) Adquisición de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales.
- d) Instrumentación y monitoreo de recurso hídrico.
- e) Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica.
- f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación (subrayado en el texto).
- g) Interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Para la realización de los estudios respectivos, se podrá invertir hasta un 10% del valor total de esta inversión. En este caso la titularidad de las obras y de los estudios será de los municipios o distritos según el caso.
- h) Capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales anteriores, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica.

i) Preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales que se encuentren dentro de la respectiva cuenca de acuerdo con los planes de manejo.

PARÁGRAFO 1°. La localización de las anteriores obras y actividades, debe estar soportada en las condiciones técnicas, ecológicas, económicas y sociales que permitan la recuperación, preservación, conservación y vigilancia ambiental de la respectiva cuenca hidrográfica.

PARÁGRAFO 2°. Las obras y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos ambientales que se encuentren en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto licenciado, no harán parte del Programa de Inversión del 1% de que trata este decreto.

ARTÍCULO 6°. TRANSICIÓN. Los proyectos que estén sometidos a la inversión del 1% y cuyas solicitudes de licencias ambientales se encuentren en trámite, deberán presentar ante la autoridad ambiental competente el programa de inversión en un término máximo de cuatro (4) meses, contados a partir de la fecha de ejecutoria del acto administrativo mediante el cual se otorgue la respectiva licencia ambiental.

Los programas de inversión del 1%, presentados o que se encuentren en ejecución antes de la entrada en vigencia del presente decreto, se regirán por lo dispuesto en los actos administrativos respectivos, expedidos por las autoridades ambientales competentes.

Los proyectos licenciados que no hayan presentado el programa de inversión del 1% antes de la entrada en vigencia del presente reglamento, se regirán por lo dispuesto en este decreto, sin perjuicio de la imposición de las medidas sancionatorias a que haya lugar. Para el efecto, deberán presentar ante la autoridad ambiental competente para la evaluación correspondiente, dicho

programa de inversión en un término máximo de cuatro (4) meses, contados a partir de la fecha de publicación del presente decreto, incluyendo las obras y/o actividades ejecutadas, así como aquellas pendientes por desarrollar con el respectivo cronograma de ejecución.

ARTÍCULO 7°. VIGENCIA. El presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación.⁴⁰

⁴⁰ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, DECRETO 1900 de 2006

6 METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos y lograr obtener la Guía Metodológica para la inversión de la tasa por el uso del agua se realizaron los siguientes pasos:

6.1 PROCEDIMIENTO

De acuerdo con lo anterior, para desarrollar este proyecto, se direcciona en la metodología de investigación cualitativa, teniendo en cuenta que los objetivos están enfocados a la recolección, selección y organización de la información específica del tema y enmarcada dentro del Decreto 1900 de 2006 para dar soporte técnico jurídico a la guía resultante de esta investigación.

- **Fase 1:** Identificación de los problemas ambientales que se pueden encontrar dentro de una cuenca hidrográfica

Para el desarrollo de esta fase del proyecto es de gran importancia la información contenida en los POMCA para lo cual se consultaron los de los ríos Bogotá, Magdalena además de otros que nos permitieron identificar los impactos ambientales para cada uno de los elementos componentes de la cuenca hidrográfica.

- **Fase 2:** Identificación de los diferentes tipos de obras biomecánicas que cumplen la función de recuperación de los problemas ambientales de la cuenca hidrográfica.

Con la identificación de los problemas ambientales de la fase 1, se inicia la búsqueda en libros, revistas especializadas e internet, para la identificación y selección de las actividades y obras biomecánicas que cumplen la función de recuperación y mantenimiento de la cuenca hidrográfica y teniendo como

parámetro de referencia el Decreto 1900 de 2006, artículo 5° destinación de los recursos, del literal (a) al literal (i), en el que cita la destinación específica de los recursos económicos de la obligación de inversión del 1% contemplado en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993. Durante la consulta se listaron y describieron las obras que cumplen la función de recuperación de la cuenca hidrográfica

- **Fase 3:** Estructuración del diagrama de procesos.

Con la información obtenida en las fases 1 y 2 y se procedió a la estructuración de un diagrama de procesos para determinar la aplicabilidad de la obligación y determinar las posibles obras y actividades que se deben ejecutar dentro de la cuenca intervenida.

Esta fase está enmarcada dentro del Decreto 1900 de 2006, que en el Artículo 2°, define los parámetros que permiten identificar los proyectos que están sujetos a la Inversión del 1%, es importante aclarar que esta obligación es por una sola vez e individual para beneficiario del proyecto solicitante de la licencia ambiental.

- **Fase 4:** Diseño de la guía metodológica para la inversión de la tasa por utilización de aguas naturales.

Para esta fase se cuenta con la información recolectada y seleccionada que junto con el diagrama de flujo nos permite elaborar la guía metodológica, la cual establece procedimientos prácticos de fácil interpretación y aplicación por parte del evaluador de los proyectos solicitantes del licenciamiento Ambiental conforme a la normatividad.

La Guía se realizó teniendo en cuenta parámetros como:

- Diagramación de un proceso de fácil interpretación y aplicación

- Permitir al usuario tener una visión global de la norma y la importancia de su aplicabilidad
- Mostrar al usuario la diversidad de obras de recuperación que se pueden ejecutar dentro de una cuenca hidrográfica
- Retroalimentar al usuario de la guía respecto a los procesos interinstitucionales que se pueden adelantar dependiendo del estado físico, técnico y legal de la cuenca hidrográfica

7 RESULTADOS

7.1 Identificación de problemas ambientales de una cuenca

En este cuadro se resumen los problemas ambientales encontrados dentro de una cuenca hidrográfica teniendo en cuenta los elementos que la conforman y que pueden ser atendidos con los recursos de la obligación de inversión del 1% del Artículo 43 de la ley 99 de 1993.

Tabla 1. Tabla de Resumen de impactos ambientales de una cuenca

DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN		
		DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN
COMPONENTES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA AFECTADO	SUELO	Cambio del relieve por intervención humana
		Cambio del relieve por causas naturales
		Áreas de la cuenca en procesos de erosión
		Zonas con procesos de inestabilidad en los taludes
		Obstrucción parcial del cauce de los ríos por sedimentos
		Zonas de ronda con procesos de erosión hídrica
	FLORA	Alteraciones en el drenaje superficial
		Remoción de vegetación nativa en las zonas planas para la implementación de cultivos
		Reducción del área de cobertura vegetal natural
		Desaparición de especies nativas de la cobertura vegetal
	AGUA	Cambios de la estructura paisajística
		Cambio en la calidad del agua de los humedales, ríos y quebradas
		Deterioro de la calidad del agua superficial por plaguicidas y pesticidas
		Alteración en la dinámica de recarga de humedales
	FAUNA	Disminución en la productividad de los acuíferos
		Migración de especies animales
		Impacto sobre las especies de fauna (mamíferos, aves, invertebrados)
		Ahuyentamiento de aves acuáticas por las actividades socioeconómicas
	AIRE	zonas con deterioro de la calidad del aire por la presencia de maquinaria y equipos
		Aumento del ruido por presencia de maquinaria y equipos en la cuenca
		Cambio de la calidad del aire
	SOCIAL	Zonas homogéneas de actividades económicas
		Calidad del saneamiento básico de los habitantes de la cuenca
		Incremento de los niveles de ruido ambiental
		Migración de personas por causas naturales
		Modificación de la distribución de viviendas dentro de la cuenca
		Cambio de la propiedad de la tierra
		Restricción del acceso a bienes y servicios ambientales
Aumento del número de habitantes en el área de la cuenca		
Cambios en el uso del suelo		
Proliferación de vectores de enfermedades		
Generación de focos de vectores por mal manejo de residuos sólidos		
Deterioro del paisaje en la zona asignadas a los rellenos sanitarios		

Fuente: Autor del proyecto año 2012

7.2 Cuadro de resumen de obras y actividades

Como resultado del análisis del Decreto 1900 de 2006 y en su artículo 5° destinación de los recursos, literales (a) al (i), se recopiló la información de las obras y actividades, que se pueden ejecutar dentro de una cuenca hidrográfica, las cuales se presentan en la (tabla 2).

Tabla 2. Parametros para la inversion del 1% según el Decreto 1900 de 2006

OBRAS Y ACTIVIDADES DEL DECRETO
Verificar si la cuenca cuenta con el POMCA
Se debe diseñar el POMCA
Se requiere la compra de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales
Se requiere la ejecución de obras de restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural
Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
Se requiere la realización de estudios para la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.
La cuenca cuenta con Instrumentación y monitoreo de recurso hídrico.
La cuenca cuenta con monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica
La cuenca requiere de la construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
La comunidad de la cuenca requiere de capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales
La cuenca tiene zonas de preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales de acuerdo con los planes de manejo

Fuente: Autor del proyecto año 2012

7.3 Listado de problemas obras y actividades para la cuenca

Como resultado de las consultas hechas en libros, revistas especializadas e internet se elabora el listado (Ver tabla 2) de obras y actividades que cumplen la función de recuperación de prevención, corrección, y mitigación dentro de la cuenca hidrográfica, tomando como punto de referencia los problemas frecuentes dentro de esta.

Tabla 3. Resumen de problemas, obras y actividades de la cuenca

	PROBLEMAS GENERALES	PROBLEMAS LOCALIZADOS	OBRAS Y ACTIVIDADES PROPUESTAS
ACTIVIDADES BIOMECÁNICAS PARA EL MANEJO DE VEGETACIÓN, SUELOS AGUAS Y CAPACITACIÓN DENTRO DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	Control de cárcavas	Recuperación de la cobertura vegetal	Aislamiento físico
			Empradizados
			Siembra en surcos
			Siembra de barreras vivas
			Empalizadas
			Trinchos en esterilla
			Trinchos en madera
		Trinchos en guadua	
		Remoldeo Del Terreno	Controlar la pendiente
		Control del agua de escorrentía	Fajas de césped
			Aterrazado continuo de nivel
			Terraplenes de tierra con césped
			Surcos profundos
			Surcos en curvas de nivel
		Control del agua subsuperficial	Barrera de costales
Construcción de filtros subsuperficiales			
Construcción de Obras Transversales	Barrera de paja y ramas		
	Represa de alambre (Presa de alambrado).		
	Represa de rocas		
	Represa de piedras y estacas		
	Diques de madera o de troncos		
	Diques de sacos		
	Diques en material cárcava		
	Diques en suelo cemento		
	Presas de ladrillos		
	Obras para la estabilidad de suelos	Estructuras para la contención de suelos	Muros de contención en concreto
Muros de contención tipo gavion			
Muros anclados			
Hincado de pilotes			
Terraplen reforzado			
Obras para la rectificación y manejo de cauces	Obras en corrientes de agua naturales	Obras transversales para el control torrencial del agua	
		Espolones para desviación de líneas de flujo	
		Espolones para favorecer los procesos de sedimentación	
		Obras marginales de encauzamiento	
		Obras longitudinales de protección de márgenes contra la socavación	
		Acorazamiento del fondo	
Protección contra las inundaciones			
Saneamiento de los cuerpos de agua	Interceptores	Instalación de tuberías y/o construcción de Box C.	
	Plantas de tratamiento de aguas residuales	Diseño	
		Operación	
Instrumentación y monitoreo del recurso hídrico	Instalación de estaciones hidrometeorológicas	Calibración de los equipos	
Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica	Instalación de estadales y equipos hidrometeorológicas	Puesta en marcha de las estaciones	
		Entrega a los operadores	
		Calibración de los estadales	
Capacitación ambiental	formación de promotores de gestión ambiental dentro de la comunidad	Instalación de los estadales	
		Entrega a los operadores	
Gestionar los convenio con la unidad de Parques PNN	Determinar las áreas de protección	Talleres de capacitación del uso eficiente de los recursos naturales.	
		Materializar los límites de las áreas de protección	

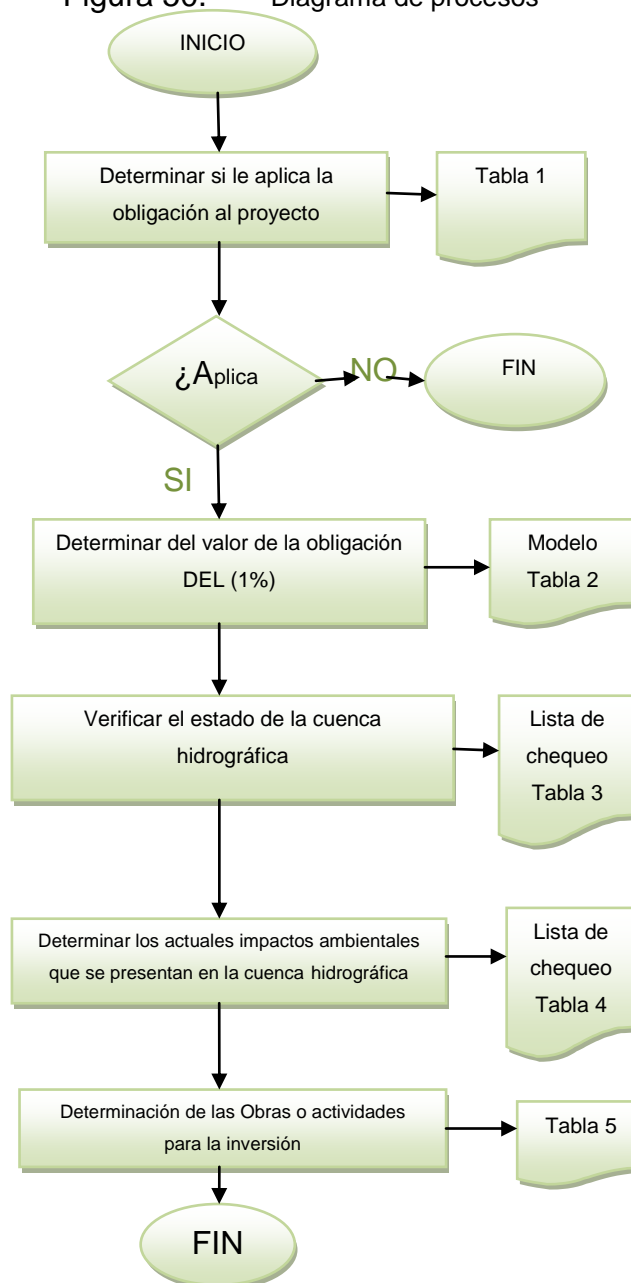
Fuent: Autor del proyecto año 2012

8 APLICACIÓN DE LA GUÍA

8.1 Diagrama de procesos

El diagrama de procesos nos orienta fácilmente en la ejecución del procedimiento que va desde el análisis para determinar si le aplica o no de la obligación hasta la identificación de las obras o actividades que se deben ejecutar dentro de la cuenca hidrográfica en cumplimiento de la obligación.

Figura 50. Diagrama de procesos



8.2 Determinación de la aplicabilidad de la obligación

Es el Decreto 1900 de 2006, quien reglamenta la obligatoriedad de la inversión del 1% en obras de preservación, conservación y vigilancia, dentro de la cuenca, para todo proyecto que durante su ejecución involucre el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, para determinar si le aplica o no la obligación se debe diligenciar la (tabla 4), si le aplica alguna de las actividades está obligado a invertir el 1%. Se aclara que esta obligación es por una sola vez e individual para beneficiario del proyecto que le aplique.

Tabla 4. Determinación de la aplicabilidad de la obligación

VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO	SI	NO
Verificar que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea		
Que el proyecto requiera licencia ambiental		
Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiendo por esta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación		
Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria.		

Fuente: Autor del proyecto año 2012

8.3 Liquidación del presupuesto para la inversión

Para la determinación del monto del 1% se tendrán en cuenta las inversiones realizadas en la etapa de construcción y montaje, previa a la etapa de operación o producción. De igual forma, las obras y actividades incluidas en estos costos serán las realizadas dentro del área de influencia del proyecto objeto de la licencia ambiental, para obtener este valor diligencie la (tabla 5).

Tabla 5. Liquidación del presupuesto para la inversión

LIQUIDACIÓN DE LA CUANTIA DEL 1%	VALOR (\$)
Valor de la adquisición de terrenos e inmuebles	
Valor de las obras civiles	
Valor de la adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles	
Valor de la constitución de servidumbres	
TOTAL =	
CUANTIA DE LA OBLIGACIÓN=	TOTAL*0,01

Fuente: Autor del proyecto año 2012

8.4 Verificación del estado de la cuenca hidrográfica

Este chequeo del estado actual de la cuenca se realiza mediante la (tabla 6) con ayuda de esta el evaluador podrá determinar el estado actual de la cuenca hidrográfica de acuerdo a lo establecido por el Decreto 1900 de 2006 en su artículo 5° literales (a) al (i) en los que tiene claramente definida las obras o actividades en que serán invertidos los recursos de la obligación de inversión del 1%, los cuales se encuentran listados en su respectivo orden en la (tabla 3), al final de su diligenciamiento se podrá determinar en qué se deben invertir los recursos, la prioridad será determinada por el evaluador.

Tabla 6. Verificación del estado de la cuenca

LISTA DE CHEQUEO DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA	SI	NO
Verificar si la cuenca cuenta con el POMCA		
Se debe diseñar el POMCA		
Se requiere la compra de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, esteras fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales		
Se requiere la ejecución de obras de restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural		
Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación		
Se requiere la realización de estudios para la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.		
La cuenca cuenta con Instrumentación y monitoreo de recurso hídrico.		
La cuenca cuenta con monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica		
La cuenca requiere de la construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación		
La comunidad de la cuenca requiere de capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales		
La cuenca tiene zonas de preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales de acuerdo con los planes de manejo		

Fuente: Autor del proyecto año 2012

8.5 Lista de impactos ambientales que se pueden encontrar en la cuenca

Este listado (tabla 7) con el resumen de los problemas ambientales comúnmente encontrados en una cuenca, es el resultado de la revisión y selección de los POMCA de las cuencas hidrográficas de los ríos Bogotá y Magdalena, en los que se identificaron los impactos ambientales que se pueden presentar en la cuenca hidrográfica dentro de la que se desarrollará el proyecto solicitante de la licencia ambiental.

Tabla 7. Lista de impactos ambientales

		DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN		SI	NO
COMPONENTES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA AFECTADO	SUELO	Cambio del relieve por intervención humana			
		Cambio del relieve por causas naturales			
		Áreas de la cuenca en procesos de erosión			
		Zonas con procesos de inestabilidad en los taludes			
		Obstrucción parcial del cauce de los ríos por sedimentos			
		Zonas de ronda con procesos de erosión hídrica			
	FLORA	Alteraciones en el drenaje superficial			
		Remoción de vegetación nativa en las zonas planas para la implementación de cultivos			
		Reducción del área de cobertura vegetal natural			
		Desaparición de especies nativas de la cobertura vegetal			
	AGUA	Cambios de la estructura paisagística			
		Cambio en la calidad del agua de los humedales, ríos y quebradas			
		Deterioro de la calidad del agua superficial por plaguicidas y pesticidas			
		Alteración en la dinámica de recarga de humedales			
	FAUNA	Disminución en la productividad de los acuíferos			
		Migración de especies animales			
		Impacto sobre las especies de fauna (mamíferos, aves, invertebrados)			
		Ahuyentamiento de aves acuáticas por las actividades socioeconómicas			
	AIRE	zonas con deterioro de la calidad del aire por la presencia de maquinaria y equipos			
		Aumento del ruido por presencia de maquinaria y equipos en la cuenca			
		Cambio de la calidad del aire			
	SOCIAL	Zonas homogéneas de actividades económica			
		Calidad del saneamiento básico de los habitantes de la cuenca			
		Incremento de los niveles de ruido ambiental			
		Migración de personas por causas naturales			
		Modificación de la distribución de viviendas dentro de la cuenca			
		Cambio de la propiedad de la tierra			
		Restricción del acceso a bienes y servicios ambientales			
Aumento del número de habitantes en el área de de la cuenca					
Cambios en el uso del suelo					
Proliferación de vectores de enfermedades					
Generación de focos de vectores por mal manejo de residuos sólidos					
Deterioro del paisaje en la zona asignadas a los rellenos sanitarios					

Fuente: Autor del proyecto año 2012

8.6 Elección de las obras a ejecutar en la cuenca

Con el diligenciamiento de la (tabla 6) se determinaran las obras y actividades ejecutadas y por ejecutar dentro de la cuenca hidrográfica y con el análisis del documento presentado por el solicitante de la licencia, específicamente el contenido de la línea base y con ayuda de la (tabla 8) se determinan las obras o actividades en las que se deberán invertir los recursos económicos proveniente de la obligación de inversión del 1%.

En el marco conceptual de este documento se encuentran detalladas las diferentes obras y actividades que se pueden desarrollar dentro de una cuenca hidrográfica y de las cuales puede hacer uso el evaluador del proyecto solicitante de la licencia ambiental.

Tabla 8. Problemas, obras y actividades para la inversión del 1%

ACTIVIDADES BIOMECÁNICAS PARA EL MANEJO DE VEGETACIÓN, SUELOS AGUAS Y CAPACITACIÓN DENTRO DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	PROBLEMA EN LA CUENCA	OBRA CORRECTIVA	ACTIVIDADES	SI	NO
	ACTIVIDADES BIOMECÁNICAS PARA EL MANEJO DE VEGETACIÓN, SUELOS AGUAS Y CAPACITACIÓN DENTRO DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	Control de cárcavas	Recuperación de la cobertura vegetal	Aislamiento físico	
Empradizados					
Siembra en surcos					
Siembra de barreras vivas					
Empalizadas					
Trinchos en esterilla					
Trinchos en madera					
Trinchos en guadua					
Remoldeo Del Terreno			Controlar la pendiente		
Control del agua de escorrentía			Fajas de césped		
			Aterrazado continuo de nivel		
			Terraplenes de tierra con césped		
			Surcos profundos		
			Surcos en curvas de nivel		
Control del agua subsuperficial			Barrera de costales		
		Construcción de filtros subsuperficiales			
		Construcción de Obras Transversales	Barrera de paja y ramas		
			Represa de alambre (Presa de alambrado).		
			Represa de rocas		
			Represa de piedras y estacas		
			Diques de madera o de troncos		
			Diques de sacos		
			Diques en material cárcava		
			Diques en suelo cemento		
			Presas de ladrillos		
Obras para la estabilidad de suelos			Estructuras para la contención de suelos	Muros de contención en concreto	
		Muros de contención tipo gavion			
	Muros anclados				
	Hincado de pilotes				
	Terraplen reforzado				
Obras para la rectificación y manejo de cauces	Obras en corrientes de agua naturales	Obras transversales para el control torrencial del agua			
		Espolones para desviación de líneas de flujo			
		Espolones para favorecer los procesos de sedimentación			
		Obras marginales de encauzamiento			
		Obras longitudinales de protección de márgenes contra la socavación			
		Acorazamiento del fondo			
Saneamiento de los cuerpos de agua	Interceptores	Instalación de tuberías y/o construcción de Box C.			
	Plantas de tratamiento de aguas residuales	Diseño			
		Operación			
Instrumentación y monitoreo del recurso hídrico	Instalación de estaciones hidrometeorológicas	Calibración de los equipos			
		Puesta en marcha de las estaciones			
Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica	Diseño de planes y programas para el sistema de monitoreo de los cuerpos de agua	Entrega a los operadores			
		Calibración de los equipos especializados			
		Recolección de la información en campo			
Capacitación ambiental	formación de promotores de gestión ambiental dentro de la comunidad	Talleres de capacitación del uso eficiente de los recursos naturales.			
Gestionar los convenio con la unidad de Parques PNN	Determinar las áreas de protección	Materializar los límites de las áreas de protección			

Fuente: Autor del proyecto año 2012

9 ALCANCE Y LIMITACIÓN.

La guía metodológica se realiza teniendo en cuenta la resolución 1023 del 28 de julio de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante la que establece la adopción y uso de este tipo de herramienta y para este caso específico la guía se diseñó exclusivamente como referente en la evaluación de proyectos que involucren el uso de las fuentes naturales de agua superficial en el territorio Nacional de Colombia, y busca agilizar los trámites de la licencia ambiental en lo referente al uso del agua tomada directamente de fuentes naturales, es posible que se presenten obras y/o proyectos a los cuales no aplique la guía, en dado caso el evaluador deberá hacer caso omiso a la guía y revisar detalladamente según su procedimiento tradicional para la emisión de su concepto final.

10 CONCLUSIONES

Los impactos ambientales encontrados dentro de una cuenca hidrográfica son comunes independientemente de su localización geográfica y en la mayoría de los casos terminan en la pérdida de la cobertura vegetal, alteración del ciclo hidrológico y erosión del suelo.

Se dispone de gran cantidad de obras biomecánicas que cumplen la función de recuperación de la cuenca hidrográfica en sus diferentes escenarios y gracias a la disponibilidad de información que se encuentra en los diferentes medios son de fácil acceso y aplicación.

Se elaboró un diagrama de procesos que permite dar cumplimiento al Decreto 1900 de 2006 en cuanto al mantenimiento, recuperación y vigilancia de las cuencas hidrográficas, mediante las obras y actividades que este parametriza.

La Guía metodológica sirve de herramienta para los evaluadores de proyectos que solicitan licencias ambientales, dando cumplimiento al Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, que permiten el mantenimiento y recuperación de las cuencas hidrográficas.

BIBLIOGRAFÍA

Congreso de la república Colombia, ley 99 de 1993 página 25.

HUDSON, N. 1982. Conservación del Suelo. Barcelona: Reverté

Gonzalo Duque Escobar y Carlos Enrique Escobar Potes MECANICA DE LOS SUELOS Manizales, 2002

LEON P., Juan Diego. 2001. Estudio y Control de la Erosión Hídrica. Medellín. Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Medellín

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 1900 de 2006 de (junio 12).

MODER Z. L. Control de cárcavas. CONAF. Sexta región. Primera Parte. En Chile Forestal 1983. N°. 94: 29-40

MORGAN Roy. Erosión y conservación del suelo. Madrid: Mundi-prensa.1996.345 p.

SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. Manual de Conservación de Suelos. México. Limusa-Wiley.1973

SERVICIO GEOLÓGICO DE LOS ESTADOS UNIDOS. National Climate Change & Wildlife Science Center internet

www.minambiente.gov.co. Consultado el 2 de junio de 2011.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de aplicación de la obligación

VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO	SI	NO
Verificar que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea		
Que el proyecto requiera licencia ambiental		
Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiéndose por esta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación		
Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria.		

Fuente: Autor del proyecto año 2012

Anexo 2. Formato de Liquidación del Presupuesto para la Inversión

LIQUIDACIÓN DE LA CUANTIA DEL 1%	VALOR (\$)
Valor de la adquisición de terrenos e inmuebles	
Valor de las obras civiles	
Valor de la adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles	
Valor de la constitución de servidumbres	
TOTAL =	
CUANTIA DE LA OBLIGACIÓN=	TOTAL*0,01

Fuente: Autor del proyecto año 2012

Anexo 3. Formato de Verificación del Estado de la Cuenca

LISTA DE CHEQUEO DEL ESTADO DE LA CUENCA	SI	NO
Verificar si la cuenca cuenta con el POMCA		
Se debe diseñar el POMCA		
Se requiere la compra de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, esteras fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales		
Se requiere la ejecución de obras de restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural		
Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación		
Se requiere la realización de estudios para la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.		
La cuenca cuenta con Instrumentación y monitoreo de recurso hídrico.		
La cuenca cuenta con monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica		
La cuenca requiere de la construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación		
La comunidad de la cuenca requiere de capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales		
La cuenca tiene zonas de preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales de acuerdo con los planes de manejo		

Fuente: Autor del proyecto año 2012

Anexo 4. Formato para Listar los Impactos Ambientales de la cuenca

		DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN	SI	NO
COMPONENTES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA AFECTADO	SUELO	Cambio del relieve por intervención humana		
		Cambio del relieve por causas naturales		
		Áreas de la cuenca en procesos de erosión		
		Zonas con procesos de inestabilidad en los taludes		
		Obstrucción parcial del cauce de los ríos por sedimentos		
		Zonas de ronda con procesos de erosión hídrica		
	FLORA	Alteraciones en el drenaje superficial		
		Remoción de vegetación nativa en las zonas planas para la implementación de cultivos		
		Reducción del área de cobertura vegetal natural		
		Desaparición de especies nativas de la cobertura vegetal		
	AGUA	Cambios de la estructura paisagística		
		Cambio en la calidad del agua de los humedales, ríos y quebradas		
		Deterioro de la calidad del agua superficial por plaguicidas y pesticidas		
		Alteración en la dinámica de recarga de humedales		
	FAUNA	Disminución en la productividad de los acuíferos		
		Migración de especies animales		
		Impacto sobre las especies de fauna (mamíferos, aves, invertebrados)		
	AIRE	Ahuyentamiento de aves acuáticas por las actividades socioeconómicas		
		zonas con deterioro de la calidad del aire por la presencia de maquinaria y equipos		
		Aumento del ruido por presencia de maquinaria y equipos en la cuenca		
	SOCIAL	Cambio de la calidad del aire		
		Zonas homogéneas de actividades económica		
		Calidad del saneamiento básico de los habitantes de la cuenca		
		Incremento de los niveles de ruido ambiental		
		Migración de personas por causas naturales		
		Modificación de la distribución de viviendas dentro de la cuenca		
		Cambio de la propiedad de la tierra		
		Restricción del acceso a bienes y servicios ambientales		
		Aumento del número de habitantes en el área de de la cuenca		
		Cambios en el uso del suelo		
		Proliferación de vectores de enfermedades		
	Generación de focos de vectores por mal manejo de residuos sólidos			
	Deterioro del paisaje en la zona asignadas a los rellenos sanitarios			

Fuente: Autor del proyecto año 2012

Anexo 5. Formato de Problemas, Obras y Actividades para la inversión del 1%

	PROBLEMA EN LA CUENCA	OBRA CORRECTIVA	ACTIVIDADES	SI	NO
	ACTIVIDADES BIOMECÁNICAS PARA EL MANEJO DE VEGETACIÓN, SUELOS, AGUAS Y CAPACITACIÓN DENTRO DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	Control de cárcavas	Recuperación de la cobertura vegetal	Aislamiento físico	
Empradizados					
Siembra en surcos					
Siembra de barreras vivas					
Empalizadas					
Trinchos en esterilla					
Trinchos en madera					
Trinchos en guadua					
Remoldeo Del Terreno			Controlar la pendiente		
Control del agua de escorrentía			Fajas de césped		
			Aterrazado continuo de nivel		
			Terraplenes de tierra con césped		
			Surcos profundos		
			Surcos en curvas de nivel		
Control del agua subsuperficial			Barrera de costales		
		Construcción de filtros subsuperficiales			
Construcción de Obras Transversales		Barrera de paja y ramas			
		Represa de alambre (Presa de alambrado).			
		Represa de rocas			
		Represa de piedras y estacas			
		Diques de madera o de troncos			
		Diques de sacos			
		Diques en material cárcava			
		Diques en suelo cemento			
		Presas de ladrillos			
		Obras para la estabilidad de suelos	Estructuras para la contención de suelos	Muros de contención en concreto	
Muros de contención tipo gavión					
Muros anclados					
Hincado de pilotes					
Terraplen reforzado					
Obras para la rectificación y manejo de cauces	Obras en corrientes de agua naturales	Obras transversales para el control torrencial del agua			
		Espolones para desviación de líneas de flujo			
		Espolones para favorecer los procesos de sedimentación			
		Obras marginales de encauzamiento			
		Obras longitudinales de protección de márgenes contra la socavación			
		Acorazamiento del fondo			
		Protección contra las inundaciones			
Saneamiento de los cuerpos de agua	Interceptores	Instalación de tuberías y/o construcción de Box C.			
	Plantas de tratamiento de aguas residuales	Diseño			
		Operación			
Instrumentación y monitoreo del recurso hídrico	Instalación de estaciones hidrometeorológicas	Calibración de los equipos			
		Puesta en marcha de las estaciones			
		Entrega a los operadores			
Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica	Diseño de planes y programas para el sistema de monitoreo de los cuerpos de agua	Calibración de los equipos especializados			
		Recolección de la información en campo			
		Procesamiento y divulgación de la información			
Capacitación ambiental	formación de promotores de gestión ambiental dentro de la comunidad	Talleres de capacitación del uso eficiente de los recursos naturales.			
Gestionar los convenio con la unidad de Parques PNN	Determinar las áreas de protección	Materializar los límites de las áreas de protección			

Fuente: Autor del proyecto año 2012