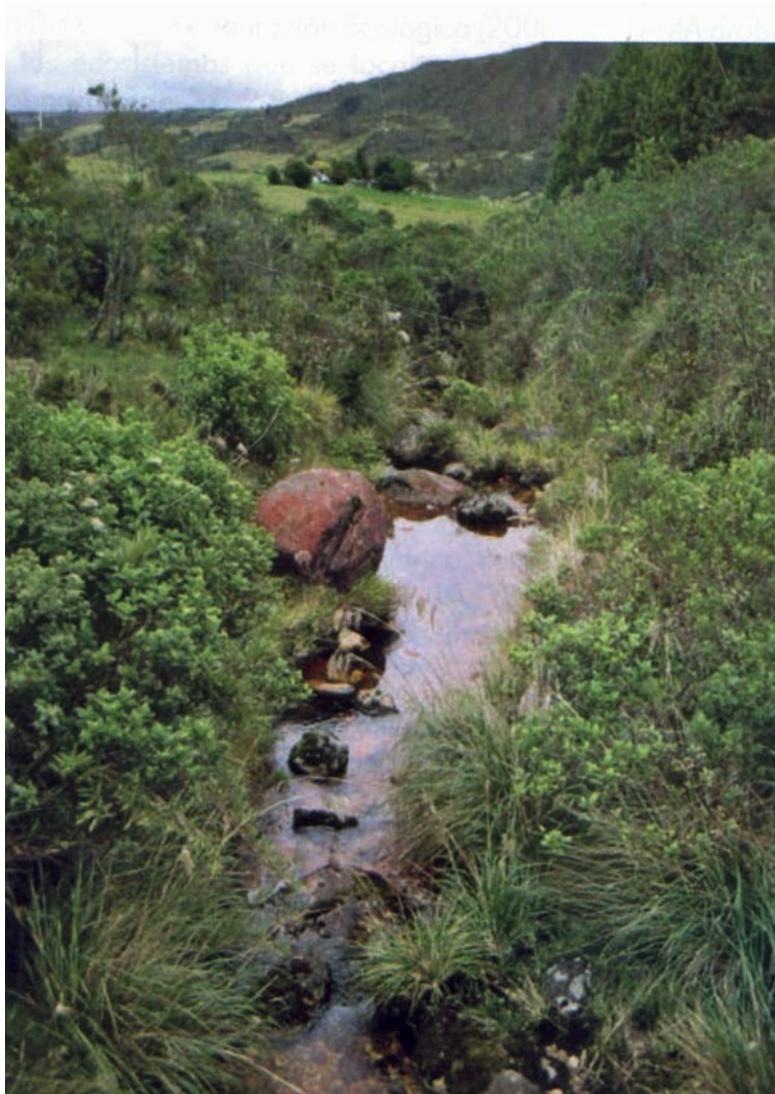


Cítese como:

Colombia - DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE (DAMA). Contratista: JARRO, Edna. Guía técnica para la restauración de áreas de rondas y nacederos del Distrito Capital. Bogotá D.C. Editor : MONTOYA, Sandra. 2004. 91p. ISBN 958-9387-52-7. Disponible en: Centro de Documentación del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA, Carrera 6 N° 14-98, Bogotá

# **“GUÍA TÉCNICA PARA LA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE RONDA Y NACEDEROS DEL DISTRITO CAPITAL”**



## **CREDITOS**

LUIS EDUARDO GARZON

Alcalde Mayor de Santa Fe de Bogotá

YAMILE SALINAS ABDALA

Directora Departamento Técnico Administrativo del  
Medio Ambiente

RAMON GIRALDO POVEDA

Subdirector de Ecosistemas y Biodiversidad

INVESTIGACION Y ELABORACION DE LA GUIA

Bióloga: Edna Carolina Jarro Fajardo

INTERVENTORIA CONSULTORIA, EDICION Y  
PRODUCCION

Bióloga: Sandra Patricia Montoya V.

COMPLEMENTACION DE CAPITULOS

CORRECCION DE ESTILO

Sandra Patricia Montoya V.

TEXTOS, FOTOGRAFIAS E ILUSTRACIONES

Edna Carolina Jarro Fajardo

IMPRESIÓN Y PREPrensa

Europublicidad

e-mail: europublicidad1@hotmail.com

FOTO PORTADA

Nacimiento del Rio Teusacá

PRIMERA EDICIÓN Mayo del 2004

COPYRITH DAMA 2004 Derechos de Autor

DAMA

DAMA, SANTA FE DE BOGOTA D.C.- COLOMBIA

IMPRESO EN COLOMBIA-PRINTED IN COLOMBIA

# PRESENTACIÓN

El Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital (Decreto 061 del 2003), contempla como uno de sus objetivos el de conservar la biodiversidad referida a mantener, restaurar, incrementar y aprovechar sosteniblemente la oferta ambiental del territorio a escala Local, Distrital y Regional.

En razón de su función ecológica en la conservación del suelo y la biodiversidad, como áreas de recreación pasiva para los ciudadanos y ciudadanas, aulas ambientales con carácter pedagógico, y de gran interés para la investigación básica y aplicada, el Plan establece como una acción prioritaria apoyar el desarrollo de programas y proyectos orientados a la regeneración y recuperación del Bosque Alto Andino dentro del sistema de cerros, áreas rurales y páramos del Distrito Capital.

A partir del Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (2000), el DAMA propone la recuperación y rehabilitación de los ecosistemas que se localizan en la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital por encima de los 2.300 m.s.n.m, haciendo énfasis en la franja de los 2600 a los 3400, los cuales han sido alterados por procesos naturales o por el hombre.

Dentro de este contexto en los últimos dos años se priorizó en algunos de los escenarios de restauración que fueron planteados de forma sintética en el Protocolo Distrital de Restauración con el propósito de elaborar guías metodológicas, cuyos principios generales son aplicables en cualquier lugar del país con características similares a las del Cinturón Altoandino.

La presente guía esta orientada a la restauración de áreas de ronda y nacederos en el Distrito Capital, y se constituye en el primero de una serie de documentos que busca servir como instrumento metodológico, de fácil comprensión, para que cualquier usuario comunitario o institucional pueda abordar la formulación, ejecución, seguimiento y monitoreo de proyectos de restauración ecológica por cuanto el recurso hídrico desempeña un papel fundamental en el desarrollo del Distrito Capital de Bogotá y la región, en razón a que determina la concentración de las áreas pobladas, tanto en la zona urbana como rural.

El adecuado manejo del recurso hídrico y las actividades que se hagan en favor de su conservación, deben ser un tema prioritario para la gestión ambiental, ya que constituye el eje de las interacciones entre los recursos naturales, el medio ambiente y la actividad humana.

Sea este un motivo para invitar a quienes serán los usuarios de esta guía para que unamos esfuerzos en la búsqueda de un territorio para las presentes y futuras generaciones del Distrito Capital y de la Región, con miras a proveer condiciones efectivas para un desarrollo sustentable.

# INTRODUCCIÓN

Como parte de la necesidad de ampliar la información relacionada con algunos de los escenarios planteados en el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica, durante el año 2003 se elaboró la guía técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos.

Para la selección de este escenario se desarrolló un proceso articulado con las diferentes entidades Distritales y Regionales con competencia en la definición de los usos, manejo y conservación del recurso hídrico, a fin de garantizar un trabajo en equipo para la recuperación de la estructura y/o funciones de los ecosistemas asociados a los medios ribereños, con el propósito de restablecer los corredores biológicos o zonas de amortiguamiento entre el área rural y el borde urbano del Distrito, con el concurso prioritario de las comunidades que allí habitan.

La gestión orientada a la conservación del agua debe corresponder a un proceso dinámico y participativo ya que los ríos y quebradas del Distrito recorren extensiones pertenecientes a diferentes localidades y jurisdicciones de otras entidades, con las cuales el DAMA debe trazar políticas.

La formulación y ejecución de tales políticas, lineamientos y programas debe estar enmarcada en procesos de evaluación permanente, a fin de determinar la aplicabilidad de las mismas y si es del caso replantear los objetivos y prioridades para la conservación y manejo del recurso en el Sistema de Areas Protegidas del Distrito Capital.

Además, de los aspectos antes señalados se requiere del diseño de instrumentos jurídicos, administrativos, económicos y de inversión que orienten la formulación y el desarrollo de los programas que garanticen la calidad y la cantidad del recurso hídrico para los diversos tipos de usuarios en el Distrito Capital.

La presente guía se constituye un primer esfuerzo del DAMA con el concurso de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, el Jardín Botánico “ José Celestino Mutis”, y a nivel regional la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), entidades que colaboraron con la revisión del documento

preliminar y efectuaron aportes para su edición final, enriqueciendo el documento.

Para su elaboración se tuvo en cuenta la estructura para abordar todo proyecto de restauración ecológica, a partir de la presentación de conceptos generales sobre cuencas hidrográficas y restauración ecológica en el primer capítulo.

En el segundo capítulo se aborda la caracterización de la oferta ambiental, potencial biótico, reconstrucción de la historia del disturbio, descripción de los principales factores limitantes y tensionantes del escenario; también, la caracterización de los diferentes actores sociales e institucionales. En el mismo capítulo, se aborda la zonificación y priorización de áreas a intervenir con fines de restauración, acompañada de un mapa del Distrito Capital que se constituye en una herramienta de trabajo para el usuario, quien además tendrá la posibilidad de consultarlo en el Sistema de Información Geográfica del DAMA de acuerdo al área de interés, para así obtener mayores detalles.

En el tercer capítulo, se describen cuatro de los principales modelos de manejo propuestos para el escenario de restauración referidos a: áreas con presencia de agricultura, pastoreo, erosión superficial, expansión urbana y nacederos. Allí, el lector encontrará los lineamientos a seguir para desarrollar cada modelo a partir de su análisis ambiental, verificación del área a intervenir según la reglamentación vigente, propuestas de diseños florísticos de la plantación, implementación de las actividades preliminares y de restauración del área, y finalmente los criterios para el mantenimiento, seguimiento y monitoreo del proyecto ejecutado.

Con la guía se presentan tablas anexas complementarias que orientan sobre aspectos tales como las diversas posibilidades de combinar las especies recomendadas para fines de restauración acorde con criterios técnicos, las normas ambientales relacionadas con el escenario, estaciones meteorológicas entre otros aspectos.

# TABLA DE CONTENIDO

1.	CONCEPTOS GENERALES	7	
1.1.	El concepto de cuenca hidrográfica		7
1.2.	Componentes estructurales de una cuenca hidrográfica		7
1.3.	Participación comunitaria en la administración de una cuenca hidrográfica.		8
1.4.	La cuenca hidrográfica como un ecosistema integral.		8
1.5.	El ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica.		9
1.6.	Estructura horizontal, vertical y patrones de drenaje de una cuenca.		10
1.7.	Método práctico para delimitar cuencas hidrográficas.		11
1.8.	Concepto de nacaderos.		12
1.9.	Conceptos básicos de restauración ecológica		13
2.	CARACTERIZACIÓN DE LA RED HÍDRICA EN EL DISTRITO CAPITAL.	15	
2.1.	Oferta ambiental		15
2.1.1.	Geología		15
2.1.2.	Suelos		16
2.1.3.	Clima		16
2.1.4.	Sistema hidrográfico		18
2.1.4.1.	Potencial hídrico y ecológico de la Localidad de Sumapaz		22
2.1.4.2.	Potencial Hídrico de la Localidad de Ciudad Bolívar		22
2.2.	Potencial Biótico		23
2.2.1.	Vegetación		23
2.2.2.	Especies bioindicadoras		27
2.2.3.	Fauna		27
2.3.	Síntesis de la historia de afectación ocasionado al sistema hidrográfico del Distrito Capital.		28
2.3.1.	Factores Limitantes		32
2.3.2.	Factores Tensionantes		33
2.4.	Caracterización de agentes institucionales y sociales		34
2.4.1.	Alcaldías locales		35
2.4.2.	Juntas de Acción Comunal		35
2.4.3.	Juntas de Acueducto		35
2.4.4.	Asociaciones de Usuarios		36
2.4.5.	ONG ´S		36
2.5.	Competencias de las Entidades del Distrito		36
2.5.1.	Departamento Técnico del Medio Ambiente - DAMA -		36
2.5.2.	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota EAAB – ESP -		37
2.5.3.	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca– CAR- (contexto rural)		37
2.5.4.	Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.		37
2.6.	Zonificación y priorización de manejo del escenario de restauración en el Distrito Capital.		38
3.	PROPUESTA DE MODELOS DE MANEJO PARA EL ESCENARIO DE RESTAURACIÓN	40	
3.1.	Restauración de áreas de ronda con presencia de agricultura.		41
3.1.1.	Análisis ambiental preliminar		41
3.1.2.	Verificación del área a intervenir según reglamentación vigente.		42
3.1.3.	Zonificación de manejo		42
3.1.4.	Elaboración de los diseños florísticos.		42

3.1.6.	Plantación.	48
3.1.7.	Mantenimiento posterior a la implementación.	51
3.1.8.	Control de tensionantes.	52
3.2.	Restauración de áreas de ronda con presencia de pastoreo.	52
3.2.1.	Análisis ambiental preliminar	52
3.2.2.	Elaboración de los diseños florísticos.	53
3.2.3.	Adecuación del terreno.	53
3.2.4.	Control de tensionantes.	54
3.3.	Restauración de áreas de ronda que presentan erosión superficial.	55
3.3.1.	Análisis ambiental preliminar	56
3.3.2.	Elaboración de los diseños florísticos.	56
3.3.3.	Adecuación del terreno.	58
3.3.3.1.	Prácticas físicas para el control de la erosión.	58
3.3.3.2.	Prácticas mecánicas de adecuación del sustrato.	59
3.3.4.	Control de tensionantes.	60
3.4.	Restauración de áreas de ronda con presencia de expansión urbana.	60
3.4.1.	Análisis ambiental preliminar.	61
3.4.2.	Elaboración de diseños florísticos.	61
3.4.3.	Control de tensionantes.	62
3.5.	Restauración de nacederos.	62
3.5.1.	Análisis ambiental preliminar	63
3.5.2.	Elaboración de los diseños florísticos	63
3.5.3.	Control de tensionantes.	65
3.6.	Seguimiento y evaluación de los modelos.	66
4.	COMO ABORDAR LA FORMULACION DE UN PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE RONDAS Y NACEDEROS.	67
4.1.	Análisis de la situación	67
4.2.	Análisis de los problemas	68
4.3.	Análisis de objetivos	68
4.4.	Análisis de estrategias	68
4.5.	Planificación	69
4.6.	Descripción del marco lógico	69
4.6.1.	Lógica de intervención	70
4.6.2.	Hipótesis	72
4.6.3.	Indicadores objetivamente verificables.	72
4.6.4.	Fuentes de verificación	74
4.6.5.	Medios y Costos	74
LISTADO DE ANEXOS		
ANEXO No.1	Estaciones metereológicas ubicadas en el Distrito Capital.	75
ANEXO No.2	Sistema Hidrográfico del Distrito Capital	76
ANEXO No.3	Tipos de bosques y fragmentos de vegetación asociado a rondas de microcuencas del Distrito Capital.	77
ANEXO No.4	Especies vegetales bioindicadores de diferentes tipos de ambientes.	78
ANEXO No.5	Fichas técnica de especies recomendadas para áreas de rondas y nacederos.	79
ANEXO No.6	Ficha de levantamiento de información básica en el área a intervenir.	82
ANEXO No.7	Marco jurídico para el escenario de restauración de áreas de ronda en el Distrito Capital.	83

# 1. CONCEPTOS GENERALES

## 1.1. El concepto de cuenca hidrográfica

Según el Código Nacional de los Recursos Naturales y el Decreto 1729 de 2002, una cuenca u hoya hidrográfica corresponde al área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. La cuenca la delimita la línea divisoria de aguas o el divorcio de aguas. (ver. Fig. 8)

Las cuencas se delimitan cartográficamente por una línea denominada divorcio de aguas la cual corresponde a las alturas máximas que se encuentran alrededor del curso hídrico y sirven de límite divisorio externo entre dos cuencas colindantes. Estas líneas de divorcio dividen la precipitación que cae sobre un área determinada y la dirige a **una u otra cuenca**.

Las áreas de drenaje se clasifican de acuerdo a su dimensión y función hidrológica en: Laderas, microcuencas, subcuencas, cuencas y región hidrográfica.

- **Ladera:** La escorrentía fluye en mantos o laminas
- **Microcuenca:** Área mínima fisiográfica con un solo drenaje principal.
- **Subcuenca:** Conjunto de microcuencas que drenan a un cauce común, con caudal fluctuante pero permanente.
- **Cuenca:** Sistema integrado por una corriente hídrica principal y varias subcuencas y microcuencas.
- **Región hidrográfica:** Conjunto de varias cuencas con un cauce principal lo suficientemente grande y largo para formar valles amplios, zonas de inundación y deltas.

Según el grado de evolución de cada segmento con-

siderado en una cuenca, los valles fluviales pueden presentar formas transversales diferentes:

- Valles en forma de "V" con laderas simétricas o asimétricas, (Ver figura No. 1) que corresponden a los segmentos altos de los cursos fluviales. Poseen laderas con pendientes fuertes, un trazado bastante rectilíneo y en muchos casos sin llanura de inundación.

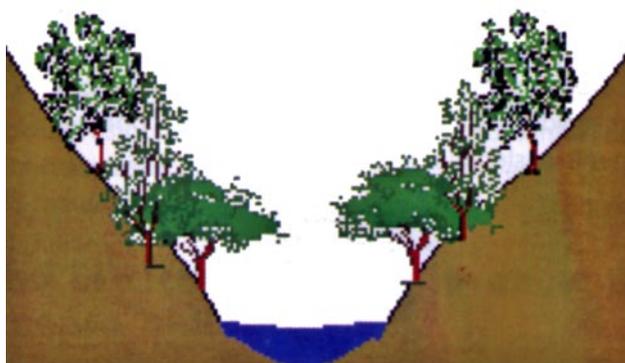


Fig. No.1 Valles en forma de V con laderas simétricas. (vista en perfil)

- Valles en forma de "V" truncada, presentan laderas de pendientes más suaves, en donde la escorrentía superficial adquiere mayor importancia en el moldeado de las vertientes y en condiciones naturales existe llanura de inundación.

- Valles en forma de "V" completamente truncada. (Ver figura No. 2) Con llanuras de inundación extensas y trazados meandriiformes.



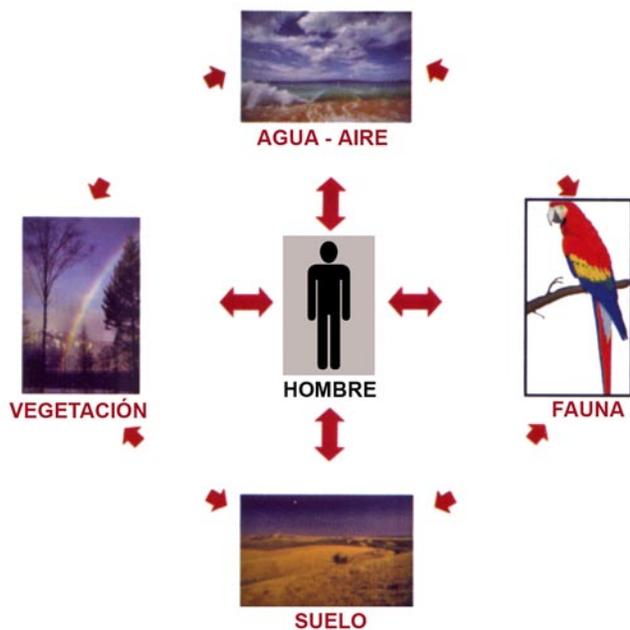
Fig. No.2 Valles en forma de V completamente truncada. (Vista en perfil)

Todos los valles fluviales constan de dos vertientes o laderas y un lecho aluvial. El límite entre los dos suele tener un cambio fuerte en la pendiente.

## 1.2. Componentes estructurales de una cuenca hidrográfica

Los elementos estructurales básicos a tener en cuenta en el manejo de una cuenca corresponde a los **componentes físicos** (abióticos) referidos a geología, geomorfología, clima, recurso hídrico y suelos principalmente; los **componentes biológicos (bióticos)** constituidos por la flora y la fauna; y los **componentes socio-económicos y culturales** referidos a aspectos poblacionales (demografía, calidad de vida, etc), educación, salud, actividad económica, paisaje, etnias.

Los componentes estructurales de una cuenca deben considerarse de acuerdo a las interrelaciones de los seres vivos con su medio ambiente (relaciones ecológicas: mantenimiento de los ciclos biológicos, preservación de la diversidad biológica y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales).



hidrográfica.

## 1.3. Participación comunitaria en la administración de una cuenca hidrográfica.

La teoría y práctica del manejo de las cuencas hidrográficas ha evolucionado, desde su concepto inicial y unidisciplinario de planificación y manejo

del agua hasta el desarrollo integrado de los recursos y el impacto que éste haya tenido dentro del ambiente de la cuenca. Considera, entonces, tanto la necesidad de utilizar y de proteger los recursos naturales como la de lograr una producción sostenible que contribuya con el desarrollo rural. Este planteamiento requiere acciones a partir de la planificación realizada con los habitantes de la cuenca para asegurar su incorporación al proceso de toma de decisiones; la regulación de las actividades de los diversos usuarios (zona rural y urbana), de los recursos existentes; también del diseño, ejecución y evaluación de proyectos de desarrollo.

La oferta natural de las cuencas se relaciona con la calidad y la cantidad del agua disponible para un amplio número de actividades productivas y recreativas del hombre. Sin embargo, en la mayoría de los casos es el factor antrópico el causante de su degradación. Por esto, la cuenca devolverá a la comunidad los efectos de sus prácticas en ella y cualquier intento orientado a su uso sustentable debe contar con la participación de la comunidad.

La comunidad es la directa beneficiaria de la cuenca y sus individuos ponen en marcha los correctivos necesarios para alcanzar el manejo óptimo a través de un afianzamiento de las buenas prácticas, un cambio de las negativas y la formación de agentes multiplicadores dentro de la misma comunidad. Finalmente, el objetivo es alcanzar una formación ambiental de adopción de nuevas actitudes y comportamientos frente al uso de los recursos naturales renovables.

El hombre, se constituye en la base estructural de la planificación del territorio en la cuenca y en beneficiario directo de todos los proyectos que se ejecuten dentro de ella.

## 1.4. La cuenca hidrográfica como un ecosistema.

Antes de abordar este tema, **es importante definir el concepto** de ecosistema, el cual corresponde a unidad funcional de la biosfera en donde a través de diferentes procesos interactúan factores físicos y bióticos, integrados a procesos sociales y económicos formando un sistema. Un ecosistema

suele ser generalmente autónomo, es decir, las interrelaciones que se dan entre las comunidades que lo componen y su ambiente físico se dan sin ayuda de factores externos.

Las cuencas hidrográficas son sistemas abiertos en donde existe una integración y autorregulación entre los elementos inertes del ecosistema con los organismos vivos. Allí ocurren los procesos de transformación de la energía solar y circula la materia pasando por diferentes procesos de transformación.

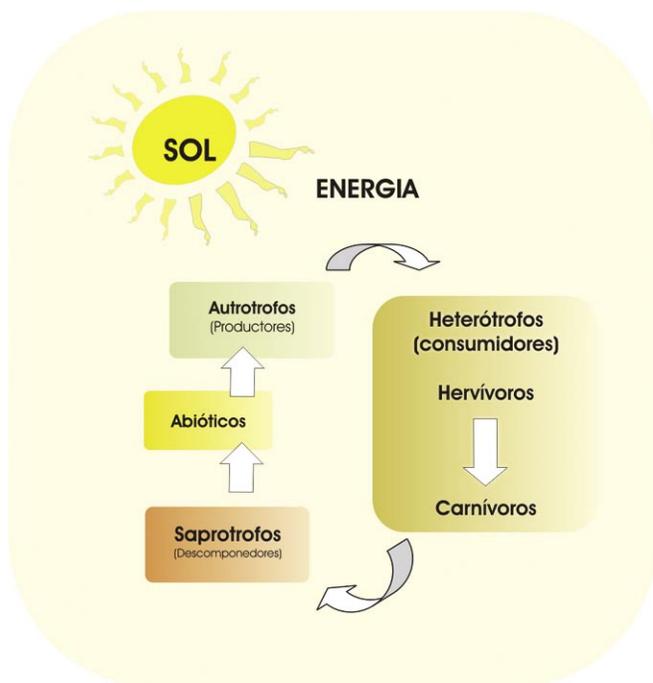


Fig. No. 4. Flujo de energía y de materiales en un ecosistema. Tomado de Duvigneaud, 1981

Como se muestra en la figura No. 4, la energía en un ecosistema regula la transformación de la materia a través de diferentes niveles, la ruta de transformación va desde los autótrofos (Plantas), generalmente fotosintéticos que producen insumos para los heterótrofos (animales) permitiendo así la conformación de las redes alimenticias. La energía también influye en el ciclado de materiales que van desde un ambiente abiótico (mineral) hasta uno biótico (plantas y animales) y viceversa. La energía influye entonces en los procesos de respiración, fotosíntesis, transformación de la materia y en el comportamiento de la temperatura dentro de los ecosistemas.

La variación de la temperatura en un ecosistema

incide en la distribución de los individuos, haciendo que desarrollen mecanismos o adaptaciones que aceleran o disminuyen los procesos fisiológicos y los procesos de transformación de la energía. Adicionalmente, las variaciones en la temperatura unidas al movimiento de rotación de la Tierra condicionan el patrón de corrientes del aire y las precipitaciones pluviales.

La energía regula el estado de los ecosistemas en la siguiente forma:

- Si la cantidad de energía que ingresa al ecosistema es igual a la que sale, este estará en un estado estacionario.
- Si la cantidad de energía que ingresa al ecosistema es mayor a la que sale, esto se traducirá en crecimiento y reproducción.
- Pero si al contrario, la cantidad de energía que ingresa al ecosistema es menor a la que sale, se genera un desbalance que reduce los procesos productivos.

Es por eso que cuando se pretenden realizar proyectos de restauración se debe tratar de aumentar las entradas de energía si se quiere acelerar el proceso de sucesión.

## 1.5. El ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica.

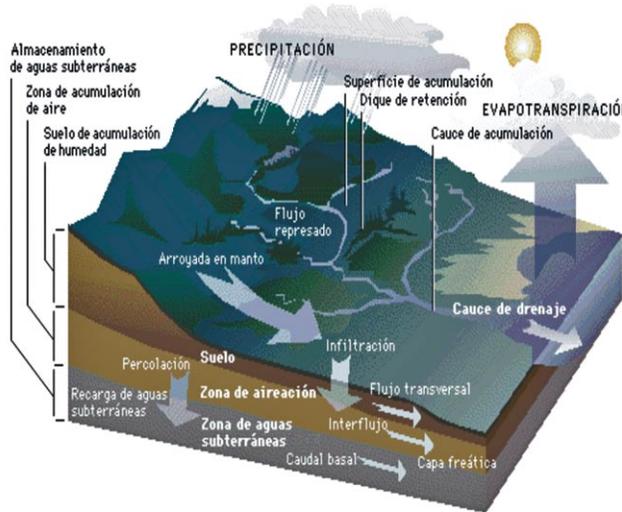


Fig. No. 5. Ciclo hidrológico de una cuenca hidrográfica. Tomado de Microsoft Encarta 2003.

En el ciclo hidrológico el agua se moviliza constantemente desde la atmósfera, donde se halla como vapor de agua, a la superficie de la tierra, donde

la utilizan los organismos ( Hombre, flora y fauna). Al fluir sobre el terreno, constituye un agente geológico que construye montañas, cañones y mesetas, al mismo tiempo que transporta y deposita nutrientes y sedimentos.

Por razones de presión y temperatura, las nubes se condensan. El agua en forma de lluvia cae y se distribuye a los océanos, ríos, lagos, aguas subterráneas, y regresa a la atmósfera como vapor de agua y transpiración ( animales y plantas ) repitiéndose el ciclo. El ciclo del agua está controlado por la energía del sol y la gravedad de la tierra.

Parte del agua que corre sobre el terreno (escorrentía) se distribuye a través del sistema de drenaje de la cuenca, depositándose en las quebradas y los ríos. Otra parte se infiltra en el suelo y por el proceso de percolación conforma los acuíferos (**zonas de recarga**) como depósitos de agua subterránea, los cuales se ubican por debajo del nivel freático y dan origen al caudal basal de los ríos. Otra parte del agua se desplaza por gravedad a través del flujo transversal y drena a través de las laderas hasta depositarse en los cauces de agua (**zonas de descarga**).

Cuando se han modificado las condiciones de un área de ronda retirando parte de su vegetación, el suelo pierde el poder de retención del agua generando procesos erosivos que inciden en el aumento de la velocidad de arrastre de sedimentos y partículas en los cauces de ríos y quebradas lo que en muchas oportunidades origina inundaciones (Ver foto No.1).



Foto No.1. Inundación causada por el desbordamiento de un río.

## 1.6. Estructura horizontal, vertical y patrones de drenaje de una cuenca.

Horizontalmente, la cuenca hidrográfica posee dos zonas que se encuentran directamente relacionados entre sí, el medio acuático o fluvial y el medio ribereño que corresponde **a la ronda**, (Ver figura No.6) la cual comprende la zona de transición entre el medio netamente acuático y el terrestre.

Entre estas dos zonas existen un buen número de interrelaciones que generan dependencia mutua, por lo tanto la alteración de alguna de las dos puede generar afectaciones en los elementos y procesos que la componen.

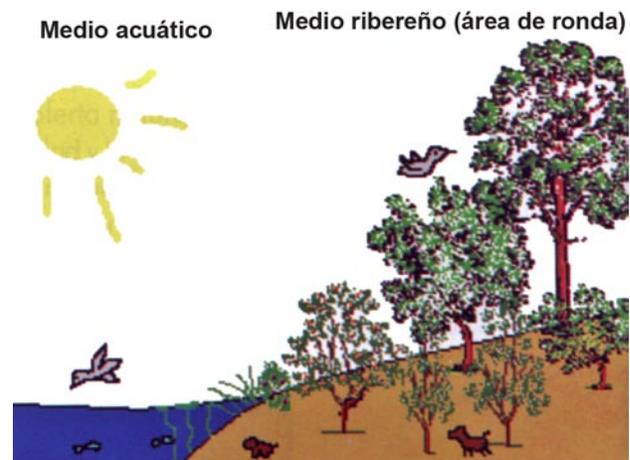


Fig. No. 6. Interrelaciones entre el medio acuático y el área de ronda en un cuerpo hídrico. (estructura horizontal)

Desde el punto de vista de componentes bióticos en la zona de ronda existen poblaciones con adaptaciones específicas a factores ambientales tales como la presencia de un nivel freático superficial permanente, lo que hace que en estas áreas se desarrolle un tipo de vegetación denominada **riparia o de galería**. Otro factor importante tiene que ver con la conformación de un microclima con mayores tasas de humedad y con menores oscilaciones de temperatura, lo que permite en condiciones normales mayor productividad de biomasa, un alto porcentaje de productividad y una mayor biodiversidad (Número de especies de fauna y flora) con relación a los ambientes que la rodean.

De acuerdo con las características hidráulicas y morfológicas( relativo a la forma del cauce), el perfil

longitudinal de los cursos de agua, suelen dividirse en tres sectores:

- **La zona alta o cabecera:** Caracterizada por cauces pequeños, en este sector las áreas de ronda suelen presentar fuertes pendientes que generalmente se encuentran sobre lechos rocosos. Estas zonas de altas pendientes son vulnerables a la inestabilidad, la destrucción de los suelos y la cobertura vegetal.

- **La zona media:** En donde el cauce se hace un poco mayor, la velocidad de la corriente se reduce, las partículas del suelo poseen un tamaño menor y las áreas de ronda reducen su pendiente, **permi- tiendo por lo tanto** el establecimiento de otros tipos de especies vegetales y animales.

- **La zona baja** (Valle): Suele presentarse en cuerpos de agua de un tamaño mayor al de las micro- cuencas (Cuencas o subcuencas), generalmente sus caudales son mayores, sinuosos, la velocidad de la corriente es menor y el sustrato posee un tamaño de partículas más fino, dominando la sedimentación.

Cuando las condiciones de la parte alta se alteran progresivamente, seguramente se presentan cambios río abajo tanto en la estructura longitudinal como en la horizontal referida a la composición de las especies (Peter, et al 2002). Este tipo de alteraciones genera cambios en los distintos hábitats disponibles. Cuando se producen alteraciones entre la parte alta y baja de la cuenca se generan fuertes cambios en la composición y estructura de las comunidades que habitan las áreas de ronda, lo que repercute en la calidad y cantidad del recurso hídrico que les llega a las poblaciones aguas abajo.

Los grandes ríos, en épocas de lluvias, suelen desbordar su cauce ocupando las áreas de ronda en las zonas denominadas llanuras de diluvio (Johnson et al, 1995 en Peter, et al 2002).

Para volver a restablecer las características de un río en cuanto a su función de conectividad y su estructura es necesario tener una visión en cuatro dimensiones del sistema que comprende el corredor ripario (el cauce, el cordón ripario, la llanura de inundación y el acuífero aluvial) que son los que sufren alteraciones y cambios temporales fuertes. (Petts & Maddock, 1994 en Petter, D et al 2002).

La capacidad de recuperación depende de dos propiedades, la estabilidad y la resiliencia. La re-

siliencia se refiere a la habilidad del ecosistema para retornar a su equilibrio después de un disturbio y la estabilidad es la capacidad del sistema para mantener su estructura y función luego de una perturbación. (Common, 1995 en Peter, et al 2002).

Las características de una cuenca y de las corrientes que forman el sistema hidrográfico pueden representarse cuantitativamente mediante índices de la forma y relieve de la cuenca y de la conexión con la red fluvial.

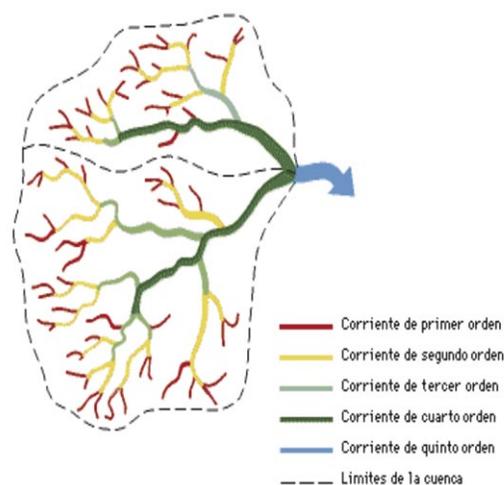


Fig. 7. Esquema de ordenes de corrientes, según la clasificación de Horton (1940). Tomado y adaptado de Microsoft Encarta 2003.

La figura No. 7 muestra el primer método cuantitativo de análisis desarrollado a principios de la década de 1940 por el ingeniero hidráulico e hidrólogo americano Robert Horton. Las corrientes fluviales son clasificadas jerárquicamente: las que constituyen las cabeceras, sin corrientes tributarias, pertenecen al primer orden o categoría; dos corrientes de primer orden que se unen forman una de segundo orden, que discurre aguas abajo hasta encontrar otro cauce de segundo orden para constituir otro de tercera categoría y así sucesivamente.

Consecuentemente Horton estableció unas leyes o principios sobre la composición de las redes de drenaje relacionadas con los órdenes de las corrientes y otros indicadores asociados, tales como la longitud de los cursos fluviales y su número. Sin embargo, las leyes de Horton han sido criticadas en los últimos años porque se apoyaban en una



- **Zonas de regulación:** Pueden también ser de recarga. Son las áreas que almacenan agua: páramos, lagunas, pantanos, chuscales, reservorios, embalses, humedales.
- **Cinturones de condensación:** Áreas localizadas a cierta altura ( 3000-3200 m.s.n.m) o en ciertos picos en donde se produce una mayor acumulación y paso de nubes bajas ( nieblas, estrato de ladera). Si estas zonas tienen buena cobertura de bosque nativo, el vapor se condensa sobre el follaje fresco y se escurre hasta el suelo forestal que lo almacena como una esponja.

El Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (DAMA 2000) presenta una clasificación de nacedores de acuerdo al tipo de fuente donde se encuentran:

- **Fuentes completamente definidas ubicadas en grietas de rocas:** (Foto No.2) Normalmente corresponden a nacedores bien definidos, en los cuales el agua brota directamente a través de las grietas de las rocas. Suelen tener una muy buena calidad de agua.



Foto No.2. Nacadero bien definido en grietas de rocas.

- **Fuentes poco definidas:** ubicadas sobre una superficie rocosa (Foto No. 3) Afloran de forma no definida sobre la superficie, manteniéndolas húmedas, pero sin que haya un flujo de agua constante que pueda ser captado fácilmente. Normalmente su caudal es muy reducido. Aunque es útil para el consumo humano si no se contamina.



Foto No. 3. Fuente poco definida ubicada sobre superficies rocosas.

- **Fuentes intermitentes o temporales:** Se ubican en el cauce de las pequeñas microcuencas de tipo intermitente las cuales se secan en época de verano.

Teniendo en cuenta que algunos de los cuerpos de agua superficiales del Distrito Capital (Quebradas, ríos, nacedores, humedales entre otros) pueden tener algún tipo de interacción con los acuíferos de Bogotá, a continuación se hace referencia a los principales según su ubicación en las localidades en las que presentan red hídrica en sus áreas rurales:

## 1.9. Conceptos básicos de restauración ecológica

Para efectos de la presente guía metodológica se tomará como referente la definición establecida en el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (DAMA, 2000), en el cual la **restauración ecológica** se interpreta como un sinónimo de sucesión asistida (o regeneración asistida) y corresponde al restablecimiento artificial, total o parcial de la estructura y función de ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas. Opera por medio de la inducción de transformaciones ambientales en dirección de las tendencias generales de la sucesión ecológica, lo que implica el manejo de factores físicos, bióticos y sociales.

En la figura No. 10, de derecha a izquierda se observan, las etapas de alteración que se presentan en un ecosistema. La **alteración** corresponde a la pérdida funcional o estructural de un ecosistema como consecuencia de una perturbación.

Cuando se produce una alteración fuerte al ecosistema y este pierde la capacidad de regenerarse por si solo, necesitando de la intervención humana se habla de **deterioro**.

Pero cuando la alteración es aún más fuerte y el ecosistema pierde su capacidad para generar bienes y servicios ambientales, originando tierras marginales y su salida del ciclo ecológico se le llama **degradación** y conduce a la creación de tierras marginales y su salida del ciclo productivo socioeconómico, en consecuencia al abandono parcial o total. (Salamanca & Camargo, 2000)

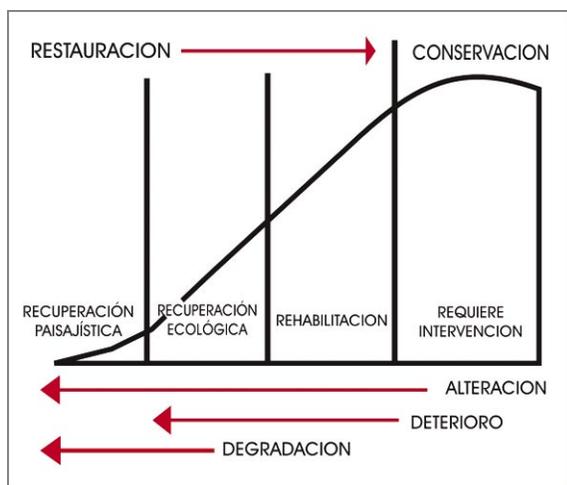


Figura No. 10. Curva de alteración y restauración de un ecosistema.

La restauración ecológica puede ser vista desde dos perspectivas: como rehabilitación o como recuperación.

La **rehabilitación** (Ver fig. No.10) es la restauración de ecosistemas deteriorados hasta el punto en que puedan regenerarse por si solos en un tiempo adecuado a los objetivos de manejo, restableciendo

de esta forma los procesos ecológicos esenciales que permiten que el ecosistema se mantenga y regenere por su cuenta. En este caso, la restauración ecológica trata de recuperar la estructura y las principales funciones ambientales del ecosistema original, de tal manera que mantenga la estabilidad en cuanto a la fertilidad, la conservación del suelo y el ciclo hidrológico.

Se hace referencia a **recuperación ecológica** cuando se busca restablecer una o varias funciones del ecosistema debido a que gran parte de la diversidad original se ha perdido.

Se habla de **recuperación paisajística** cuando se busca obtener un paisaje visualmente atractivo y menos agresivo con el entorno.

Existen dos tipos de restauración:

- **Restauración pasiva:** Corresponde a la regeneración de un ecosistema por si solo, cuando se suprimen los factores que generan la degradación.
- **Restauración activa:** Es la que se realiza con ayuda de la intervención humana, acelerando los procesos sucesionales a través del tiempo. Este tipo de restauración genera una serie de cambios en las condiciones químicas y biológicas, que provocan modificaciones en la dinámica y estructura de las poblaciones, y en la composición de las comunidades.

Karr *et al* (1986) en Petter, D. *et al* (2002) establecen cinco factores tensionantes para los componentes bióticos de un río así:

- Reducción en la calidad del agua con respecto

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LA RED HÍDRICA EN EL DISTRITO CAPITAL.

a factores tales como incrementos en la temperatura, **turbiedad**, cambios en los nutrientes, sólidos en suspensión y variación en las tasas de oxígeno de la columna de agua.

- Los cambios en la calidad y cantidad de oferta alimenticia para los organismos.
- Deterioro del hábitat, incluyendo reducciones en área, alteración en la heterogeneidad de los hábitats, reducción en el sombreado del cauce, generación de inestabilidad en los taludes y aumento en la tasa de sedimentación.
- Cambios en el flujo de agua y en las velocidades.
- Variación en las interacciones bióticas, incrementando la desaparición de especies y alterando su composición.

Este capítulo ofrece un análisis de las diversas características físico-bióticas, sociales e institucionales relacionadas con la Red Hidrográfica del Distrito Capital. De igual forma al final del capítulo, se presenta una zonificación de manejo y una priorización con fines de restauración de gran utilidad para el usuario.

### 2.1. Oferta ambiental

La oferta ambiental corresponde a la disponibilidad de energía que posee un ecosistema, esta constituida por el ingreso de agua, materia orgánica y nutrientes acompañado de aspectos físicos tales como: geología, geomorfología, clima regional, microclima de la zona en estudio y suelo.

#### 2.1.1. Geología

El Distrito Capital, se encuentra ubicado sobre la Cordillera Oriental de Colombia, la cual presenta una dirección regional NNE-SSW. Esta cordillera se caracteriza por la presencia de gruesos depósitos sedimentarios marinos y continentales.

Esta zona desde inicios del Cretácico estuvo cubierta por el mar, el cual se retiró a finales de este período con el levantamiento de la cordillera oriental, que

alcanza su máxima elevación en el Pleistoceno. Paralelamente a esta época, se genera la unidad terciaria post-Guaduas.

Posteriormente en el Cretácico Superior se presentó la acumulación de depósitos coluviales y aluviales a partir de la degradación de rocas generando la deposición de los sedimentos finos de la Formación Chipaque (en condiciones marinas); a finales del Cretácico se depositan las rocas del grupo Guadalupe y los sedimentos finos de la parte inferior de la Formación Guaduas (en condiciones litorales); y a comienzos del Terciario se acumulan sedimentos finos de las partes media y superior de la Formación Guaduas (en condiciones continentales).

Igualmente, en esta cordillera se identifican altiplanos (entre estos la Sabana de Bogotá) formados por rellenos lacustres cuaternarios, en áreas tectónicas deprimidas producto de la compresión terciaria que sufrió la Cordillera Oriental.

El mayor porcentaje de las microcuencas que componen la red hídrica del Distrito Capital, en sus zonas altas corren por rocas conformadas por areniscas de las Formaciones Chipaque y Guadalupe (Arenisca Dura, Plaeners, Arenisca labor y formación Cacho), las cuales poseen una alta permeabilidad, resaltando su importancia hidrogeológica al ser zonas de recarga de los acuíferos<sup>5</sup> del Distrito. En estas áreas igualmente, la fertilidad es baja, lo que se ve en muchos casos compensado con los depósitos de cenizas volcánicas originadas por fenómenos de vulcanismo de la cordillera central, adicionalmente, son más susceptibles a sufrir procesos de erosión superficial.

Se exceptúan de este grupo algunas quebradas como Nueva Delhi, Los Toches, Chorro Colorado, Seca, Quebrada San Camilo y el río Blanco en Sumapaz, entre otras, que inician su recorrido sobre materiales arcillosos, correspondientes a la Formación Bogotá, la cual esta compuesta por una sucesión de arcillas de diferentes colores, sin fósiles, que forman horizontes más o menos gruesos sepa-

rados por bancos de areniscas arcillosas blandas.

Hacia las partes más bajas las rocas conformadas por areniscas son remplazadas por rocas de grano más fino (complejo de conos, depósitos aluviales, depósitos de ladera y coluvión), los cuales se encuentran conformados por arcillas y conglomerados productos de depósitos no consolidados. En estas áreas las microcuencas llevan en muchos casos sus caudales muy reducidos ó la velocidad de los mismos se ha disminuido facilitando los procesos de sedimentación.

Existen excepciones como las que ocurren en las microcuencas conformadas por las quebradas Choachi, Choquerron, Manzanares y Santa Isabel, las cuales terminan su recorrido sobre rocas arenosas.

### 2.1.2. Suelos

Los suelos asociados a las áreas de ronda del Distrito son de tipo aluvial, poco evolucionados y en algunas ocasiones renovados en cada época de invierno cuando se producen inundaciones. Presentan un nivel freático muy cercano a la superficie. El perfil tipo de los suelos aluviales responde a los siguientes estratos:

- **Humus:** De espesor variable según el grado de desarrollo de la vegetación.
- **Horizonte mineral:** De textura generalmente heterogénea, con el tamaño de las partículas variable según los materiales que arrastren las corrientes.

También se presentan suelos de Gley, que conforman la zona de lecho mayor en los ríos en donde la circulación de la capa freática es menor. La vegetación asociada ( alisos y juncos, entre otros), esta adaptada a suelos que permanecen por largas temporadas anegados. Estos suelos bajo condiciones normales nunca están totalmente secos y suelen ser un poco ácidos.

### 2.1.3. Clima

El clima se define como el promedio de los estados del tiempo medidos durante un período largo del mismo. El estado del tiempo se refiere a las caracte-

rísticas que tiene la atmósfera en un momento dado, teniendo en cuenta su grado de humedad, la cantidad de radiación solar, la temperatura y la distancia existente entre las partículas suspendidas (presión atmosférica).

Por lo general cuando se hace referencia al clima lo que interesa al común de la gente es cuando va a llover o no. Sin embargo el clima incluye, además de la lluvia, otros factores como la temperatura, la humedad, los vientos y el brillo solar. El clima es más importante de lo que comúnmente se cree, pues tiene un impacto directo sobre la vegetación, las fuentes de agua, la salud e incluso sobre el comportamiento del ser humano.

Vincent (1975) define los elementos que integran el clima en la región donde nos encontramos así:

- a) La cantidad de sol que recibimos en un día, en un mes o en un año (**radiación solar**)
- b) La cantidad de calor o de frío que se percibe en la atmósfera (**temperatura**).
- c) La cantidad de vapor de agua que cae en un periodo de tiempo determinado (**precipitación**).

El clima de Santa Fe de Bogotá, es tropical porque se encuentra en la región ecuatorial ( entre los trópicos de Cáncer y Capricornio), lo cual incide en cuatro aspectos:

- a) No tenemos estaciones (invierno, primavera, verano y otoño).
- b) Por encontrarnos en esta región los rayos del sol son más intensos durante todo el año.
- c) Recibimos los vientos originados en los trópicos de capricornio ( vientos alisios del sur oriente ) y de Cáncer ( vientos alisios del nororiente). Estos son los vientos que se perciben de diciembre a marzo, más suaves, y de junio hasta agosto, más fuertes.
- d) Los vientos y la radiación solar determinan la cantidad de lluvia que se produce, y la cantidad de humedad que hay en el aire.

Mejía (1982), reporta que la mayor cantidad de **humedad** ( se mide, como humedad relativa) en el aire se presenta en los meses lluviosos y la menor en los meses secos, En Santa fe de Bogotá D.C. las diferencias de humedad no son muy significativas, entre el 70% y 74% en los primeros meses lluviosos

y entre el 68% y el 74% en los segundos, lo mismo sucede con la humedad relativa mínima media, entre el 55% y 56% en los meses lluviosos y en los meses secos, entre el 48% y 51%. No obstante los patrones se conservan; los valores son más bajos en los sectores más secos del sur y sur occidente y más altos en el oriente y sur oriente donde hay mayor precipitación.

El clima es andino debido a que la ciudad se encuentra en medio de la cordillera de los Andes a una altura de 2.600 metros sobre el nivel del mar, lo cual tiene implicaciones de variación en la temperatura, a esta altura la temperatura oscila entre los 4 y 14 grados centígrados.

**La temperatura** de un lugar situado en la zona tropical cerca al ecuador depende de su altura: a mayor altura sobre el nivel del mar, menor temperatura y a menor altura, mayor temperatura. Aunque en las zonas altas la radiación solar sea más intensa (por eso en los páramos el sol quema más) la temperatura es menor por encontrarse distante de las grandes masas de tierra, que son las que calientan con el sol. La atmósfera deja pasar libremente los rayos solares pero no se calienta, en cambio la tierra sí. (Codazzi, 1996)

Con relación a la **temperatura**, es importante aclarar que aunque se presentan valores medios, puede oscilar según la altitud sobre el nivel del mar descendiendo a medida que se asciende aproximadamente 0.6°C por cada 100 m, aunque esta condición puede variar dependiendo de las condiciones meteorológicas presentes<sup>6</sup>. Las localidades que presentan menores valores promedios de temperatura corresponden a Sumapaz con 9.2°C, Usme con 9.8°C y San Cristóbal con 9.8°C.

Santa Fe de Bogotá, se encuentra en medio de la cordillera Oriental, en una zona relativamente distante de las costas, por tanto, algunos de los **vientos** planetarios, los Alisios y los del Pacífico llegan con menor fuerza a la ciudad generando un impacto moderado. Las masas de aire húmedo que vienen con los vientos alisios del Sur oriente descargan su humedad en el continente, por esa razón existe la selva amazónica, cuando los vientos llegan a la cordillera terminan de descargar la humedad en el pie de monte llegando a la ciudad casi secos

y muy disminuidos.

Los cerros que bordean nuestra ciudad por todo el costado oriental generan vientos locales que circulan a causa de los cambios de temperatura producidos por el paso del día a la noche, por esta razón se siente más viento en los barrios construidos hacia los cerros. Los vientos contribuyen a despejar los gases y las partículas contaminantes por eso, a mayor viento menor concentración de partículas de contaminación en ese sitio.

De acuerdo con lo establecido en la estación del Observatorio Meteorológico Nacional reportado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1996) durante un periodo de 30 años, la dirección y la velocidad del viento de Santa Fe de Bogotá es la siguiente:

- Durante el 80% del tiempo soplan vientos en la ciudad en cada uno de los meses de julio, agosto y septiembre. En los demás meses el viento sopla menos del 75% del tiempo.

En la ciudad hay un promedio anual de vientos inferior al 74% del tiempo.

- Los vientos más frecuentes son los del sur.

Codazzi (1996) reporta que para Santa Fe de Bogotá el número de horas de **radiación solar** alcanza sus valores más bajos en los meses lluviosos y nublados de abril, mayo, junio, octubre y noviembre (entre 99 y 114 horas/mes), Los valores más altos se presentan en los meses de diciembre a marzo (entre 139 y 170 horas/mes) y en julio, agosto y septiembre (entre 122 y 136 horas /mes). Del total medio de horas de sol en el año (1556), un poco más de la mitad (el 52%) corresponde al período de las 6 de la mañana a las 12 del medio día. Las horas de mayor frecuencia de lluvias son las de la tarde. Esta situación corresponde al sector central de la ciudad y varía ligeramente hacia el sur occidente, donde el número de horas de brillo solar aumenta a causa del clima más seco, y hacia el sur occidente, donde disminuye por la nubosidad generada por la humedad proveniente de los llanos orientales.

Vincent( 1975) define la **precipitación** como la cantidad de agua en forma de lluvia en determinado tiempo y en determinada zona. Cuando se registra

la frecuencia y la cantidad de lluvia hablamos del régimen pluviométrico de un sitio.

Conocer el régimen pluviométrico es importante desde el punto de vista ambiental por la incidencia que tiene sobre la vegetación, el comportamiento de los ríos (riesgo de desbordamiento), los embalses que nos suministran el agua para el consumo humano (la baja en el promedio de lluvias puede ocasionar racionamiento de agua), la salud, los riesgos de derrumbes y deslizamientos de tierra que se presentan en las épocas de invierno. Para efectos de restauración es importante sembrar en las épocas de mayor precipitación para que las plantas puedan adaptarse con alta probabilidad de supervivencia.

Codazzi (1996) reporta que las lluvias en el centro del país se deben al paso de los vientos cargados de humedad que vienen del océano Atlántico ya sea por el nororiente o por el sur oriente de Colombia.

DAMA (1995) reporta que el régimen pluviométrico o de lluvias que presenta Santa Fe de Bogotá se caracteriza por dos períodos típicos de lluvias durante el año: uno de altas lluvias durante el primer semestre, generalmente en los meses de marzo de a Junio, ( en el sur oriente de la ciudad se presenta en los meses de Septiembre a Diciembre por la influencia de los vientos de los Llanos Orientales cargados de humedad que se precipitan al llegar a la parte alta de la cordillera), y, otro de bajas lluvias, de Octubre a Diciembre. En los demás meses se considera tiempo seco.

DAMA (1995) efectúa un análisis de datos para un registro histórico de 10 años analizando la distribución y proyección de las precipitaciones en la ciudad de Santa Fe de Bogotá a partir de las 13 estaciones más representativas localizadas en el perímetro urbano o en las Sabana de Bogotá. Los meses en que más llueve en promedio son octubre (103 m.m) y Noviembre (98 m.m), seguidos por abril (97 m.m) y mayo (89 m.m); enero es el mes que registra un promedio menor de lluvias, 15 milímetros, y abril registra el máximo promedio, 169 milímetros. La precipitación media anual oscila entre los 555 y 1301 milímetros dependiendo de las zonas de la ciudad.

La zona centro oriental involucra las cuencas de los ríos Juan Amarillo y Fucha, presentando precipitaciones entre los 600 y 900 milímetros/año; la zona sur oriental, involucra la cuenca del río san Cristóbal, partes media y baja, presenta precipitaciones entre los 580 y 590 milímetros al año; y la zona sur occidental, cubre la cuenca del río Tunjuelito, partes baja y media presenta precipitaciones entre los 580 y 700 milímetros al año.

La razón de la diferencia en la precipitación se debe a que los vientos cargados de humedad provenientes del sur del país se encuentran con el Páramo de Sumapaz elevándose y descargando toda su humedad en la zona norte de la ciudad debido al efecto de sombra generado en otro lado de la montaña (vertiente occidental del páramo, que corresponde a los cerros sur occidentales de la Ciudad); lo anterior hace que el sector que queda bajo la sombra (área sur occidental), tenga un promedio menor de lluvias respecto a la zona norte.

La localidad de Ciudad Bolívar es la más seca con 800 m.m. anuales, esta localidad presenta dos períodos lluviosos, el primero de abril a junio con 282 m.m. (35%) de las lluvias anuales y el otro de octubre a noviembre con 213 m.m. que equivalen al 27% del promedio anual (INPRO, 1999). Entre las localidades con mayor pluviosidad se encuentran San Cristóbal y Sumapaz con 1210 y 1400 m.m promedio anual, respectivamente.

La mayoría de microcuencas del Distrito localizadas en el área rural, se encuentran por encima de los 2700 m.s.n.m y los nacederos por encima de los 3000 m.s.n.m, lo que hace que las bajas temperaturas se conviertan en un factor limitante a la hora de abordar un proyecto de restauración debido a que retarda el desarrollo de la vegetación; mientras que en la zona urbana generalmente se registran temperaturas superiores, debido a que la absorción de la radiación es mayor por parte de los materiales que se encuentran sobre su superficie. El anexo 1 muestra las principales estaciones meteorológicas del Distrito y su localización.

#### **2.1.4. Sistema hidrográfico**

El sistema hidrográfico de Santa Fe de Bogotá debe

ser visto como una unidad, donde cada uno de los ríos y de las quebradas están íntimamente relacionados en sus funciones y con el ecosistema. El sistema está constituido por la cuenca del río Bogotá y cuatro subcuencas hidrográficas correspondientes a los ríos Teusacá, Juan amarillo o Salitre, Fucha y Tunjuelito, los cuales desembocan en el río Bogotá que corre a todo lo largo del costado occidental del área urbana y forma el sistema integral de la unidad hídrica.

Los ríos son de vital importancia, porque son el sustento de sistemas ecológicos acuáticos como también de las zonas de ronda, los ríos drenan las aguas de escorrentía de los cerros, son las fuentes de agua principales para algunos habitantes de la ciudad, especialmente los que habitan en el sector oriental, los ríos poseen un valor paisajístico, porque son un elemento urbano que rompe con la monotonía del entorno involucrando a la ciudad al componente biótico. Estas masas de agua representan una forma de conexión entre el sistema típico de nuestros cerros orientales con el entorno sensiblemente frío del río Bogotá en el costado occidental de la ciudad. Los ríos también constituyen zonas de recreación y turismo. A los ríos, los habitantes de la ciudad no les damos la importancia que se merecen, simplemente por considerarlos como cuerpos receptores de aguas residuales.

Escobar (1987) en su estudio de la caracterización y diagnóstico de la calidad sanitaria de las corrientes superficiales y canales de Bogotá, describe de norte a sur los ríos y tributarios integrantes del sistema hídrico de la ciudad, de la siguiente forma:

**Subcuenca del río Juan Amarillo:** Esta corriente nace en los cerros orientales con el nombre de Quebrada Arzobispo, al ingresar a la ciudad es transformado en un canal abierto que corre a lo largo de la Av. 39, denominado canal Arzobispo; recorre la ciudad a lo largo de un canal llamado el canal Salitre, hasta la Cra. 97, donde toma el nombre de río Juan Amarillo para luego desembocar en el Río Bogotá antes de lo cual alimenta el humedal de Juan Amarillo.

En el primer tramo de su recorrido, el río recibe las aguas de las quebradas de los Rosales, las Delicias, la Vieja, del Norte y la Perseverancia. Al oriente de

la Avenida circunvalar, a la altura de la Calle 63, la Quebrada de los Rosales mantiene su cauce natural hasta la Carrera 3ª. En su recorrido, el río recibe las aguas de la laguna de los Lagartos, ubicada en la Av. Boyacá al sur de la Av. 127, la cual se alimenta de aguas lluvias y de un nacedero, del embalse de Córdoba y de los canales de drenaje de su cuenca.

### **Subcuenca del río Fucha o San Cristóbal:**

Este río es el resultado de la confluencia de los ríos San Francisco y San Cristóbal, nacen en los cerros orientales de Bogotá. Este río atraviesa la ciudad, por la parte baja correspondiente al sector de Fontibón, circula por áreas cubiertas de pasto hasta desembocar en el Río Bogotá.

Es importante resaltar dentro de la historia de este río que en 1920 surgió la idea de canalizar el Río San Francisco con el fin de “ Usufructuar y recuperar” el centro de la ciudad. Los trabajos se realizaron en dos etapas; la de las Aguas a la Cra. 7., y de allí hasta la Plaza de Nariño, para la segunda etapa, en la Avenida Colón. Los trabajos duraron algo más de 25 años, de tal forma que en la actualidad éste circula por debajo de la Av. Jiménez en el centro de la ciudad, se alimenta en los cerros orientales por las quebradas, la Grande y el Arrayán. El río San Cristóbal al entrar en la ciudad, es canalizado, circulando de oriente a occidente, paralelo a la calle 11 Sur. Recibe las aguas en la parte alta de las quebradas Colorada, la Osa, la Vieja, y los Laureles. Adicionalmente recibe las aguas de los canales de drenaje de su cuenca.

**Subcuenca de río Tunjuelito:** Nace en el Embalse de la regadera, es alimentado por las aguas del río Curubital, y el Embalse de Chisacá, drena el extremo sur de ciudad y en su recorrido recibe las aguas de las quebradas que nacen en los cerros sur orientales. En su recorrido por la Ciudad de Santa Fe de Bogotá presenta su cauce natural abierto.

En la cuenca alta, el río es alimentado por las aguas de las quebradas de Pasquilla, el Pozo Negro, la Chizagua, y el Carrizal, entre otras. Este río al entrar en la ciudad circula al occidente de la Localidad de Usme, luego bordea el cerro de Doña Juana, recibe luego las aguas de los canales de su cuenca. A esta altura el río Tunjuelito actúa como límite entre las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar, y antes

de entregar sus aguas al río Bogotá, atraviesa un área de pastos, Este río presenta problemas serios por falta de cobertura vegetal en sus taludes, de intervención en su ronda y de su zona de manejo y preservación ambiental, debido a la actividad humana en algunas de sus zonas. Otro sitio neurálgico de contaminación son las zonas del relleno de doña Juana y las curtiembres del barrio «San Benito».

**Subcuenca del río Teusacá:** En estudios detallados efectuados por la CAR (1999), se reporta que la Subcuenca del río Teusacá tiene un área total de 365.596 Km<sup>2</sup>. Su orientación general es norte – sur. Se origina en la Laguna Verjón a 3450 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y el río es tributario de la margen izquierda del río Bogotá, donde confluye en la cota 2543 m.s.n.m. Está localizada en un área de las más elevadas de la Cordillera Oriental. Las altitudes oscilan entre 3650 m.s.n.m., en las cabeceras de la Quebrada Verjón, Páramo o Alto de los Tunjos y los 2543 m.s.n.m., en la desembocadura en el río Bogotá.

Desde el punto de vista de la administración ambiental, la cuenca está, en su mayor extensión, bajo la administración de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. La parte alta vereda Verjón Alto y Parte del Verjón Bajo, están en jurisdicción del Departamento del Medio Ambiente del Distrito Capital de Bogotá – DAMA.

La red de drenaje es densa, tal como corresponde a un área de alta montaña. El alto grado de ramificación de los cauces, corresponde a una zona montañosa de alta pendiente que se caracteriza por carecer de un patrón único de drenaje aplicable a toda la cuenca.

Las microcuencas más importantes del río Teusacá en el Distrito capital se reportan en el anexo No. 3, lo que se complementa con la información de la CAR (1999) que reporta las siguientes: Quebrada el Verjón- Montañuelo, Quebrada Cimaya, Q. Socha, Q. Los Espinos, Q. La Toma, Q. Aguas Claras, Q. La Glorietta, Q. La Pradera, Q. Rosa Blanca, Q. El Asilo, Q. Los Laureles, Q. El Rosal, Q. El Carbón.

El uso del agua está representado por el consumo humano, industrial y agropecuario. El consumo de agua en las dos poblaciones existentes en la

cuenca, La Calera (7603 habitantes) y Sopó (6995 habitantes), se surten de la Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá – EAAB (Plantas Wiesner y Tibitó, respectivamente). La población rural se surte de pequeñas corrientes, nacederos, pozos de agua subterránea y del propio río Teusacá. Se contabilizan un total de 35 acueductos rurales que abastecen una población de 19886 habitantes con un consumo aproximado de 42 l/s. (Tomado de EPAM Ltda, 1999)

El deterioro del recurso hídrico, por vertimiento de aguas servidas de poblaciones o conjuntos habitacionales así como de complejos industriales es el principal problema ambiental que se presenta. El recurso atmosférico presenta algún deterioro por emisiones de gases y polvo de complejos industriales y de la circulación de automotores y operación de maquinaria industrial.

Acciones importantes tendrán que implementarse para conservar el recurso de agua con calidad adecuada en la cuenca y para que las aguas residuales lleguen al río Bogotá, no lo contaminen.

**Cuenca del Río Bogotá:** La CAR en el Atlas Regional (25 años) menciona que el río Bogotá, corresponde a la cuenca principal del sistema hídrico de la ciudad, nace a unos 3.400 m.s.n.m en el Alto de la Calavera, Municipio de Villa Pinzón, al nororiente de Cundinamarca y después de recorrer cerca de 370 Km. En dirección sur occidente desemboca en el río Magdalena que corresponde a la gran Cuenca (Ver anexo No. 3) a una altura de 280 m.s.n.m., en el Municipio de Girardot. En este recorrido, drena una superficie de 599.561 Hectáreas, siendo sus principales tributarios o subcuencas, los ríos San Francisco, Sisga, Siecha, Tibitó, Teusacá, Chicú, Juan Amarillo, Fucha, Tunjelito, Balsillas, Soacha, Muña, Calandaima y Apulo.

Este río es el eje fundamental y principal elemento del sistema hídrico del Distrito Capital; así mismo, actúa como límite occidental de la ciudad y como elemento articulador entre el área urbana y el área rural de la sabana. Si bien no atraviesa el casco urbano de la ciudad, es el receptor de todas las aguas que circulan por el Distrito Capital.

Los principales ríos de nuestra capital, se encuentran

en un estado muy avanzado de contaminación, debido al continuo vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas en sus respectivas cuencas de drenaje, vertimientos que les aportan incrementos en las concentraciones de carga orgánica, bacteriológica, de metales pesados y de cloruros, entre otras.

En este sentido la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se encuentra adelantando desde tiempo atrás el programa de Saneamiento básico Santa Fé I, el cual representa un alto costo de inversión para el Distrito si se tiene en cuenta que se están ejecutando obras para construir un sistema de alcantarillado en el cual se separen las aguas lluvias de las aguas negras, mediante un sistema de colectores paralelos, pues de lo que se trata es de impedir que las aguas negras lleguen a las corrientes naturales sin el tratamiento correspondiente.

El río Bogotá a su paso por la Sabana de Bogotá, se utiliza para labores de riego de pastos, de cultivos, de actividades pecuarias, etc. por lo que es de gran importancia la implementación de medidas tendientes a la descontaminación de sus aguas. Este esfuerzo se ha venido dando progresivamente y en la actualidad se encuentra en operación la planta de tratamiento del Salitre que recoge las aguas de la subcuencas del río Juan Amarillo. Este programa se encuentra enmarcado dentro de los planes de implementación de tecnologías limpias, que permiten un desarrollo sostenible y que ayudan a disminuir la contaminación del río.

Para preservar las fuentes de agua superficial, es urgente que los ciudadanos y las ciudadanas asuman el compromiso de recuperar y conservar las cuencas, mediante la ejecución de proyectos de restauración ecológica en las cabeceras (zonas rurales) en coordinación con la CAR - DAMA, y de recuperación de bienes y servicios ambientales en la zona urbana en coordinación con las entidades competentes (EAAB, DAMA, Jardín Botánico), no arrojar residuos en los cauces de los ríos, disminuir al máximo los niveles de contaminación de las aguas residuales principalmente las industriales, mediante la instalación de tecnologías apropiadas para su tratamiento, mantener y respetar las zonas de ronda de los cursos de agua y cuidar las zonas de manejo y preservación ambiental, que le sirven

a estos como zona de protección natural.

Buscando unificar los esfuerzos que de manera aislada, han venido implementando cada uno de los actores relacionados con la recuperación del río Bogotá y definir una línea de acción coherente con el modelo de desarrollo esperado para la región, actualmente se encuentra en construcción un documento CONPES, con la participación de todas las entidades Distritales que de una u otra manera están involucradas: la CAR, la Gobernación de Cundinamarca y la Nación.

De esta manera, el CONPES, contendrá las responsabilidades, acciones prioritarias y los lineamientos técnicos, ambientales y sociales que constituyan el marco necesario para optimizar las inversiones requeridas para la descontaminación del Río Bogotá, las cuales ascienden a US 1.500 millones. En este marco de ideas al DAMA le correspondería adelantar los programas de monitoreo, seguimiento y control de la descontaminación del sistema hidrográfico en el perímetro urbano del Distrito.

Así mismo, el DAMA en coordinación con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, con el concurso de la ciudadanía se encuentra elaborando el Protocolo Distrital para la Recuperación de los Humedales del perímetro urbano (Jaboque, Conejera, Torca, Guaymaral, Tibanica, Burro, Vaca, Techo, Capellanía, Juan Amarillo, Córdoba, Santa María del Lago), con el propósito de conservar su biodiversidad y valor ecológico.

En cuanto a la descripción de la red hidrográfica de las Localidades el anexo No. 2 muestra las principales microcuencas y su localización.

La red hidrográfica de **Usaquén, Chapinero y Santa Fé** pertenecen a la Subcuenca del río Teusacá, Juan Amarillo (Salitre) y Fucha. Las microcuencas ubicadas en el flanco oriental de los cerros, en las veredas Verjón Alto y Verjón bajo drenan a la cuenca del Río Teusacá.

Las microcuencas de la localidad **de San Cristóbal**, drenan a la cuenca alta del Río Tunjuelito. Esta localidad presenta un buen número de nacedores en los cerros orientales.

La red hidrográfica de la Localidad de Usme, vierte

sus aguas en la cuenca alta del río Tunjuelito, posee un buen número de nacedores especialmente ubicados en sus partes más altas. Adicional a las microcuencas presentadas en el anexo No. 3, a continuación se hace referencia a otros ríos de importancia dentro de la Red Hídrica del Distrito:

- **Río Mugroso:** Nace en la laguna la Garza ubicada en límites con Sumapaz, sus aguas son utilizadas para mantener los caudales de la represa Chisacá. Algunos de sus afluentes son las quebradas el Alguacilito, el Alguacil, Los Balcones, La Esmeralda, y Puente piedras entre otras.
- **Río Chisacá:** Recorre las veredas las Margaritas, la Unión, los Andes y el Hato de la Localidad de Sumapaz: Algunos de sus principales afluentes son las quebradas el Salitre, La Leona, Piedra Grande, Santa Rosita y el Oso.
- **Río Curubital:** Usado para mantener el caudal del embalse de la Regadera, discurre por las veredas Arrayanes, Cucubital, el Hato y el Destino. Sus principales afluentes son las quebradas Seca, La Regadera, Los salitres y el Cacique.

El mapa anexo en la solapa de la presente guía muestra la red hidrográfica del Distrito Capital, y en él se indican las áreas prioritarias de intervención con fines de restauración las cuales se categorizan en alta, media y baja prioridad. Para fines específicos de formular proyectos en cualquiera de las Localidades del Distrito Capital, los usuarios podrán consultar en el Sistema de Información geográfico del DAMA, las áreas de interés a fin de detallar la información requerida.

#### **2.1.4.1. Potencial hídrico y ecológico de la Localidad de Sumapaz**

La Localidad de Sumapaz corresponde a la No. 20 del Distrito Capital, esta conformada por 40 veredas y un área aproximada de 82.000 Hectáreas, se considera como una de las más importantes reservas hídricas del Distrito Capital, y de gran valor ecológico como patrimonio de la humanidad debido a su gran biodiversidad, como resultado de su extensa área de páramo, de los más grandes del mundo.

El páramo de Sumapaz es desde el punto de vista

hidrográfico una divisoria de aguas, que da origen al sistema Meta- Guaviare-Orinoco, por el oriente y al sistema río Sumapaz-Magdalena; por el norte drena hacia la cuenca del río Tunjuelito, el cual a la vez es afluente del río Bogota y este del Magdalena. ( DAMA, 1993)

Esta localidad se encuentra dividida en dos grandes vertientes, la vertiente Occidental cuyas aguas drenan a la cuenca del Río Sumapaz, en los corregimientos de San Juan y Nazareth. Tiene como Subcuenca el río del Pilar, en cual nace a una altitud de 4000 m.s.n.m con el nombre de quebrada Hoyasada y desemboca en la vereda la Unión.

La hoya del Río Sumapaz y sus tributarios vierten sus aguas hacia la vertiente occidental y tributan sus aguas hacia la vertiente oriental y tributan sus aguas al río Magdalena; hacia el oriente corren afluentes que conforman la hoya del río Blanco, como son los ríos Clarín, gallo, salitre y Caquezas, entre otros y drenan sus aguas por la parte noroeste del páramo hacia los llanos orientales. Los ríos Nevado, Duda y Ariari con todos sus afluentes drenan sus aguas por la parte sur oriental del Páramo hacia los Llanos Orientales y tributan sus aguas al río Guaviare. (DAMA, 1993)

En la localidad del Sumapaz se encuentran áreas de pantanos o zonas que permanecen constantemente anegadas (pequeñas lagunas) a lo largo del año, en donde se encuentran muchas especies endémicas de gran valor ecológico.

En la actualidad el uso que se da al páramo no es el indicado pues la baja productividad de los suelos determina una escasa potencialidad como zona agrícola, ni siquiera extensiva durante largos períodos. Por lo anterior, los agricultores se ven en la necesidad de ocupar vastos terrenos que son talados y quemados, para la siembra. De esta forma se destruye la vegetación natural característica de la zona, adaptada y adecuada para las condiciones y función del páramo, que es una «fábrica» de producción de agua en términos coloquiales.

Las tierras ubicadas por encima de los 3500 m.s.n.m. están limitadas para la actividad agropecuaria, debido a las condiciones climáticas adversas, pues en las zonas que constituyen propiamente el páramo, las temperaturas medias son inferiores a los 12°C,

y en ocasiones bajan del punto de congelación, las persistentes precipitaciones ( entre 870 m.m y 1400 m.m anuales). Si consideramos que además los suelos son muy pobres podemos concluir que estos dos factores determinan la baja presión sobre las tierras de esta región. ( DAMA, 2000).

Actualmente, cursa en el Congreso un proyecto de Ley, que busca consolidar una política de páramos de la cual se deriven compromisos concretos por parte de las comunidades y de las entidades en la búsqueda de conservar esta valiosa reserva ecológica para toda la humanidad.

### **2.1.4.2. Potencial Hídrico de la Localidad de Ciudad Bolívar**

La localidad de Ciudad Bolívar corresponde a la No. 19 del Distrito Capital, tiene una extensión de 133.387 hectáreas, de las cuales el 24% corresponden a suelo urbano, el 1.6% a suelo de expansión y el 74.4% a suelo rural. Es la tercera Localidad en extensión después de las localidades de Sumapaz y Usme. Esta conformada por 9 veredas.

El río Tunjuelito y los afluentes de su vertiente occidental junto con la parte baja del río Chisacá y sus afluentes y el río Mugroso, conforman la red hidrográfica de la Localidad de Ciudad Bolívar. El primer río recibe en su recorrido varios afluentes, entre los cuales se cuentan las siguientes quebradas: Limas, Trompeta, Quiba, Mochuelo ( cuenca del zanjón de la estrella), peña colorada, el Infierno, Calderón, bebedero y Aguas Calientes, Mientras que al río Chisacá convergen un complejo sistema de quebradas que hacen de este río, un componente fundamental del sistema hidrográfico de la Localidad. (INPRO, 1.999)

Los pequeños cauces de la vertiente occidental del río Tunjuelito recogen el agua de 8.066 hectáreas de las veredas Quiba Alto y Bajo, Mochuelo Alto y Bajo.

Las microcuencas con área de influencia en la zona rural de la localidad son: **Quebrada Pasquilla** cuyo cauce discurre en sentido sur occidente-nor. oriente en un recorrido de 5,95 Km. por las veredas Pasquilla y Pasquillita, la **Quebrada Paso Colorado**, en un recorrido de de 5.15 Km., por la vereda Pasquilla. En la parte baja en cercanías

de su desembocadura al río Tunjuelito la tributan las **Quebradas El Saltonal** y **Paso Negro**. La **Quebrada la Horqueta**, constituye el límite entre las veredas de Pasquilla y Mochuelo Alto con un recorrido de 3,55 Km., y , la **Quebrada la Porquera** en una longitud de 5 kilómetros hace su recorrido por la vereda el Mochuelo Alto. ( INPRO, 1.999)

Por otra parte, las microcuencas con área de influencia urbana corresponden a: la **Quebrada Quiba** cuyo cauce atraviesa la vereda de Quiba bajo y entra en la zona urbana en sentido sur occidente-nor. oriente; la **Quebrada Limas** que hace su recorrido por la vereda de Quiba Bajo en sentido sur occidente-nor. oriente, con una área de drenaje de 1750 hectáreas y en su entrada a la ciudad comienza su problema de contaminación convirtiéndose en un colector de aguas negras; la **Quebrada trompeta** cuya cuenca es de 515 hectáreas y abarca una longitud de 3,73 Km.; Cuenca del Zanjón de la estrella con una red de drenaje compuesta por tres cauces principales, recorre 2,6 Km.; **Quebrada el Infierno** gravemente afectada por efecto del vertimiento de aguas negras en la zona urbana de la localidad. ( INPRO, 1999).

El río Chisacá nace en la laguna de Chisacá o los Tunjos y sus aguas corren en sentido sur-nororiental, hacia la represa de la Regadera; su cuenca de drenaje tiene una extensión de 3.589 hectáreas, de las cuales 925 hectáreas son de propiedad de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y 2.663 hectáreas son predios particulares. Cruza las veredas de las Mercedes y Santa Rosa. El cauce del río tiene una longitud de 12,5 Km., y a él llegan las aguas de las Quebradas los Alisos, Guaduas, Cuevecitas y Santa Rosita.

Aún bajo los fuertes procesos de degradación a que han sido sometidos los recursos hídricos de la localidad, existen una importante cantidad de quebradas y nacederos que vienen siendo aprovechados actualmente para consumo humano, ya sea a través de pequeños acueductos veredales o mediante captación directa de los propietarios de los predios, viéndose beneficiada una población aproximada de 10.500 habitantes de la zona rural ( INPRO, 1.999).

En las partes altas de Ciudad Bolívar se localiza un buen número de nacederos y pequeñas lagunas, varios de los cuales están rodeados por cultivos agrícolas con la consecuente contaminación a causa de los agroquímicos utilizados, tal como ocurre en la vereda Santa Bárbara.

En el corregimiento de Pasquilla, se encuentran igualmente un buen número de nacederos ubicados en fincas privadas, muchos de estos no presentan vegetación protectora y son contaminados por animales. Adicionalmente la laguna el Alar que se ubica a los 3590 m.s.n.m se ha llegado a secar totalmente en los veranos.



Foto No. 4. Vegetación asociada a corredores riparios.

## 2.2. Potencial Biótico

El potencial biótico hace referencia a la disponibilidad de seres vivos ( plantas y animales ) para adelantar un proceso de restauración (Bachaqueros & DAMA, 2002). Así por ejemplo, la disponibilidad de propágulos de las especies vegetales depende del parche de vegetación a restaurar y de los propágulos (semillas) que provean los parches de vegetación vecinos de igual o mayor estado sucesional.

### 2.2.1. Vegetación

Los bosques de las riberas de los ríos, son denominados también **bosques de galería**, cordones riparios o ripisilva. (Ver foto No.4) Las especies vegetales que los conforman presentan raíces altamente adaptadas a permanecer saturadas de agua cuyas características les permiten permanecer en suelos con las fluctuaciones propias de la dinámica fluvial (aumento y reducción de caudales, al igual que de la velocidad de los mismos). Esta vegetación esta igualmente adaptada a la fricción generada por los materiales que transporta la corriente.

La vegetación de los cordones riparios cumple numerosas funciones, entre las cuales se encuentran: proteger al suelo contra la erosión, regular los intercambios entre el medio acuático y el terrestre, brindar hábitat a muchas poblaciones animales y vegetales permitiendo la conformación de corredores ecológicos entre sitios alejados geográficamente, además de cumplir la función de depuración de las aguas.

La distribución espacial de la vegetación de las áreas de ronda posee dos tipos de arreglos:

**Longitudinal**, que depende de los tramos del río en el cual se encuentra altitudinalmente (cuenca alta, media o baja) y está determinada por factores como: pH del suelo, la luminosidad, la humedad, el grado de pendiente y la altura sobre el nivel del mar, entre otros.

**Horizontal**, (desde la orilla del río hacia fuera) en este patrón de distribución espacial, se diferencian tres zonas:

La vegetación del **cordón ripario**, conforma una banda o cinta que generalmente acompaña al cauce durante todo su recorrido. En la zona 1 (Figura No. 11) en donde el suelo permanece la mayor parte del año anegado, se encuentra vegetación adaptada a las variaciones en el nivel de agua, a sufrir remociones periódicas y a la erosión originada por el arrastre de partículas. Es común

encontrar en estas áreas especies pertenecientes a las familias Rosáceas (zarzas, moras), Ciperáceas (*Cyperus* sp.) y las Gramíneas (Chusque, la Cortaderia). Frecuentemente en los cuerpos de agua que aún se encuentran conservados se puede encontrar vegetación que invade el cauce, particularmente especies adaptadas a recibir la luz solar y algunas macrófitas (plantas acuáticas).

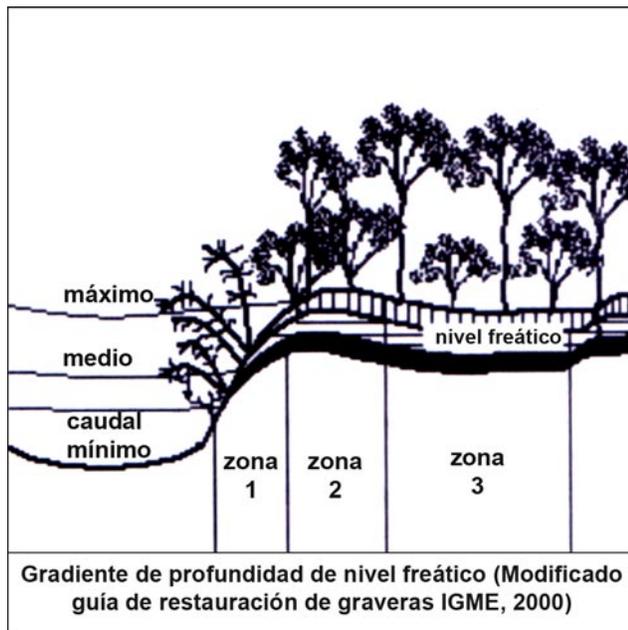


Fig. No. 11. Distribución horizontal de la vegetación del área de ronda, según el nivel freático.

En la zona 2 ( Figura No. 11) en donde los suelos periódicamente están inundados y conservan durante todo el año humedad, suelen encontrarse los típicos bosques de aliso (*Alnus* sp.), los cuales se encuentran acompañados por especies como el raque (*Vallea stipularis*), el garrocho (*Virburnum triphyllum*), el cordoncillo (*Piper bogotense*) y el duraznillo (*Abatia parviflora*). El sotobosque suele ser muy variable y los estratos arbustivos y herbáceos presentan mayor o menor desarrollo según la intensidad de la luz y el nivel de afectación generado por el hombre. Otro grupo de especies importantes en los cordones riparios corresponde a los bejucos y las plantas trepadoras, las familias más comunes de bejucos son las Cucurbitáceas, Rubiáceas y Solanáceas.

En la tercera zona (Figura No. 11) el nivel freático suele oscilar y estar más lejano de la orilla de tal forma que el suelo puede permanecer seco durante todo el año. Allí se encuentran especies como el cedro (*Cedrela montana*), el tibar (*Escallonia paniculada*) y el mano de oso (*Oreopanax floribundum*),

entre otros.

La vegetación que compone estos corredores riparios puede oscilar según factores antrópicos que modifican de forma directa estos bosques eliminándolos, introduciendo plantaciones forestales exóticas, cultivos agrícolas, potreros, generando erosión, sedimentación, canalización, represamientos, cambios de curso, urbanización y contaminación. La eliminación de la vegetación en las áreas de ronda, produce un incremento en la velocidad de la corriente, el cual aumenta la capacidad erosiva y por ende la carga de partículas en suspensión, ya que la vegetación no sólo mantiene unidas las partículas del suelo, también actúa amortiguando la fuerza entre la corriente y la orilla.

La vegetación asociada a las áreas de ronda de las microcuencas y los nacedores del Distrito Capital, es el resultado de la mezcla de factores tales como la variación climática a lo largo de un gradiente altitudinal, la geología, los suelos, las variaciones topográficas, los procesos de deforestación y la regeneración natural.

Los cordones riparios de bosque y de rastrojos, en su gran mayoría han sido fuertemente modificados, en muchas ocasiones dejando una estrecha franja ó eliminándola totalmente, lo que altera su continuidad y función a lo largo del recorrido de los cuerpos hídricos.

En el anexo No. 3 se presentan algunos de los principales bosques que se encuentran asociados a las riberas de las microcuencas del Distrito

Los cordones riparios tienen gran valor ecológico, ya que constituyen corredores biológicos entre el páramo y el bosque Alto Andino a través de la red hidrográfica que nace en las cadenas montañosas del Distrito.

El tipo de vegetación que hace parte del área de ronda de las microcuencas y los nacedores del Distrito, posee un gran potencial biótico in situ, es decir, un banco de semillas, rebrotes y plántulas que deben ser utilizadas en procesos de restauración en áreas de ronda que hayan sido disturbadas o alteradas; igualmente, el cordón ripario se convierte en un punto dispersor de propágulos, ya sea por medio

de dispersores como las aves, los insectos, los micro mamíferos y el viento.

Para algunas de las Localidades del Distrito, cabe destacar algunos aspectos relacionados con la cobertura vegetal, que se constituyen en estratégicos al momento de formular proyectos de restauración ecológica en el sistema hidrográfico del Distrito Capital; es así, como en el sector rural de las localidades de **Santa Fé y Chapinero** en donde se encuentran las microcuencas tributarias del río Teusacá tales como: las Quebradas Boquerón, Turín, El Amoladero, Los Santos, Honda, Verjón, Micos y Farias, es posible utilizar los remanentes de vegetación nativa asociados a las rondas a fin de reestablecer la conexión entre los fragmentos aún existentes, permitiendo la conformación de corredores ecológicos locales y posteriormente regionales. ( Ver anexo No. 4).

En este sentido se debe mencionar que el DAMA con la activa participación de las comunidades del Verjón bajo se encuentra adelantando varios proyectos piloto en la microcuenca de las Quebradas Micos y Farias, con el propósito de restablecer la conectividad ecológica entre fragmentos de vegetación nativa de gran valor ecológico con especies tales como: Raque (*Vallea stipularis*), Raque (*Clusia multiflora*), Uva Camarona (*Macleania rupestris*), Chilco (*Baccharis latifolia*), Cucharó (*Myrsine guianensis*), Mortiño (*Hesperomeles spp.*), Garrocho (*Viburnum triphyllum*), entre otras especies. Estas experiencias servirán de apoyo y sustento para acometer proyectos similares en otras partes.

En la Localidad de **Usaquén**, se hace necesario conservar las microcuencas ubicadas al norte, ya que poseen relictos de vegetación que se constituye en fuentes semilleros para la dispersión de semillas. Este es el caso de la vegetación asociada a la ronda de las quebradas El Contador, Arauquita, Bosque Medina y Trujillo. En el sector de la cuenca alta de estas quebradas es posible utilizar el potencial biótico de las especies existentes que comprenden los relictos de bosques de tipo arbóreo y arbustivo, a fin de inducir procesos de restauración para conectar estos fragmentos con los existentes aguas abajo, actualmente conformada por matorrales arbustivos y pastizales. Cuando las quebradas ingresan a la zona urbana

el propósito es que no se pierda su función de corredor ecológico para lo cual es viable orientar la recuperación de las zonas de ronda con criterios de arborización, a fin de recuperar algunos de los bienes y servicios ambientales urbanos rescatando éstas áreas como espacios de recreación pasiva, en donde la función ecológica no se pierda totalmente. Igualmente es recomendable remplazar las plantaciones forestales del área de ronda por vegetación nativa, y en los barrios que se encuentran alrededor de cauces es válida la implementación de jardines y prados arbolados para mejorar la calidad paisajística de las mismas.

En la localidad de **Usme**, se deben recuperar los corredores riparios de las microcuencas, en especial en su zona rural, restableciendo la conexión entre fragmentos de bosques nativos en aquellos sectores que han sido utilizadas por la agricultura y la ganadería, especialmente los ríos Mugroso, Chizacá y en las quebradas La Hoya del Ramo, Piedragorda, Fucha, Salitre, Blanco, Yomasa, Arrayanal, San Pedrina, La Quinta y Santa Librada.

En sus partes altas, estas rondas necesitan ser conservadas para que no se reduzca su caudal e igualmente es necesaria la realización de procesos conjuntos con las comunidades del área que aunque en muchas ocasiones se suplen del recurso hídrico para satisfacer sus necesidades, no poseen la cultura de conservación del agua y carecen de los incentivos económicos que permitan el mantenimiento y la recuperación de estos corredores riparios.

En la localidad de **Ciudad Bolívar**, pequeños fragmentos de bosques de Arrayán que aún se conservan en las microcuencas de Pasquilla y Pasquillita, de Raque en las microcuencas la Piña y el Barro y, los bosques de Duraznillo en las quebradas las Mercedes pueden ser reconectados con otros fragmentos de vegetación que se encuentran en sus zonas medias y bajas, recuperando así la estructura ecológica de la red del río Tunjuelito a lo largo de su recorrido por la ciudad.

Para las demás localidades en las zonas urbanas es posible implementar igualmente corredores ecológicos urbanos utilizando los criterios del Manual de Arborización Urbana en coordinación con la Empresa de Acueducto, Alcantarillado de Bogotá

y el Jardín Botánico, para que se constituyan en espacios para la recreación y la contemplación, que mejoren paisajísticamente la localidad y que permitan mantener parte de la función ecológica.

La Localidad de **Sumapaz**, posee el más extenso páramo del mundo con una vegetación variada y muy rica en especies. Cuatrecasas establece tres zonas de vida: el subpáramo de 3.000 a 3.400 m.s.n.m., el páramo entre 3.400 y 4.500 m.s.n.m. y el superpáramo que se presenta de 4.500 a 5.000 m.s.n.m. (DAMA, 1993)

Sobre la vegetación del Páramo del Sumapaz se han efectuado múltiples estudios, que escapan al alcance de la presente guía, pero en relación con lo cual vale la pena resaltar la gran diversidad de especies endémicas (propias de la zona).

En el Sumapaz, aún se encuentran bosques de niebla, bosques andinos, pajonales de páramo y se convierte en un nudo orográfico que forma una estrella fluvial con sus respectivos valles. De allí se desprenden las hoyas hidrográficas del Río Cabrera hacia el sur, Sumapaz hacia el norte y el Río Guatapé al noreste. En la localidad de Sumapaz se encuentra la divisoria de aguas entre las grandes cuencas del Magdalena y del Meta.

Esta parte del páramo es una reserva de aguas con sus hoyas hidrográficas, ya que debido a su ubicación sobre el Ecuador climático, la precipitación es alta y sus cuencas pueden ser convertidas en embalses. (Guhl, 1995). Según la clasificación de Koeppen la región del Sumapaz es siempre húmeda, aunque con un periodo de menor intensidad.

Los Bosques de niebla constituyen aquellas áreas que están caracterizadas por tener un cinturón de niebla permanente durante varias horas al día. La permanente presencia de niebla se constituye en un filtro que reduce la radiación solar incidente, aumentando la humedad relativa. Estas condiciones atmosféricas normalmente conducen a bajas tasas de evapotranspiración ya que la vegetación permanece humedecida. (Ortega *et al*, 2000).

Características de estos bosques como la alta pluviosidad- en algunos casos-, las pendientes desde fuertes a escarpadas, y la presencia de suelos orgánicos

de gran espesor ( para los bosques altoandinos), que actúan como esponjas reteniendo agua, hacen que el impacto de la deforestación tenga severas consecuencias, desencadenando en algunos casos, y acelerando en otros, una serie de procesos de erosión, lo cual ocasiona la desestabilización de las vertientes, y un enorme impacto en la disminución del recurso hídrico ya que estos bosques multiestratificados y con gran presencia de plantas epífitas, junto con las áreas de páramos se constituyen como reservorios de agua. Igualmente, la desaparición de estos bosques ocasiona lógicamente la disminución de la precipitación (Ortega *et al*, 2000).

La zona de bosques húmedos o de subpáramo que constituye una zona de transición entre las áreas bajas y el propio páramo ha sido talado en forma tal que hoy se encuentran únicamente pequeñas manchas de vegetación de los bosques húmedos de altura.

La forma como entra la radiación a las diferentes zonas de páramo depende del nivel altitudinal, por lo tanto las variaciones hacen que se produzcan microclimas bien diferenciados.

En el páramo coexisten un conjunto de comunidades y especies que se caracterizan por su adaptación increíble a condiciones muy extremas, determinadas por la altitud y la latitud, entre las que sobresalen (Castaño-Uribe 1997).

El uso actual de las tierras entre los 3.000 y los 3.500 m.s.n.m. está orientado hacia la agricultura, en especial cultivos de papa, que emplean variedades mejoradas y utilizan fertilizantes y otros insumos agrícolas. También se explota la ganadería extensiva con pastos tales como Kikuyo, el carretón, la poa y romaza. El bosque natural cubre sectores de pendientes fuertes y es rico en especies de encenillo, uva camarona y otros. (DAMA, 2000).

## 2.2.2. Especies bioindicadoras

Teniendo en cuenta los criterios del Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (DAMA, 2000), la identificación de los bioindicadores es útil para elaborar croquis ubicando puntos húmedos, fértiles, rocosos, secos, fríos, etc., en la búsqueda de

microclimas útiles como puntos de dispersión. Es así como muchos de los bioindicadores de cada micro sitio son las plantas, pues por ser inmóviles, reflejan el estado de conservación del área. La importancia de los bioindicadores aumenta con su abundancia. Un individuo puede ser un accidente, pero la coincidencia de varios señalando lo mismo es concluyente.

En el anexo No. 4 se presenta un listado de las especies que pueden servir como bioindicadoras de diferentes tipos de ambientes y que pueden encontrarse relacionadas con los cordones riparios.

### 2.2.3. Fauna

La composición y la diversidad de la fauna asociada a los cuerpos de agua, varía según las especies vegetales que hacen parte del cordón ripario; otros factores que modifican, facilitan ó restringen su presencia están relacionados con la calidad de las aguas, su pH, la temperatura, la composición de los materiales del cauce (lodo, roca, grava), la profundidad de los cuerpos hídricos y por supuesto la presencia y la actitud del hombre.

Muchas de las especies de insectos, arácnidos, anfibios y peces que hacen parte de la fauna que esta asociada a las riberas, desarrollan todo o parte de su ciclo biológico dentro del agua (metamorfosis y desarrollo larvario) o dependen de ella para su alimentación, puesta de huevos, etc. Otras especies superiores como las aves y los mamíferos usan las riberas como refugio y fuente de alimentación por las condiciones especiales que presenta la vegetación que hace parte de los cordones riparios.

Según estudios de la CAR (1999), en los Cerros Orientales es posible encontrar mamíferos como las comadrejas (*Mustella frenata*), Conejos (*Sylvilagus brasiliensis*), Murcielagos (*Sphaeronycteris toxophyllum*) y Tinajos (*Agouti taczanowski*) esta última especie se encuentra reportada en la cuenca alta del río San Cristobal. El Plan de Ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales reporta especies tales como la Ardilla roja (*Saurus granetensis*), Camaleón (*Phenacosaurus heterodermus*), entre otras.

Aves como los cernícalos (*Falco sparverius*), chirlobirlos (*Sturnella magma*), Colibríes (*Colibri*

*corruscans*) y (*thalassinus sp.*) gaviános (*Accipiter striatus*), Golondrinas (*Notiochelydon cyanelouca*), Guacharaca (*Colinus gisatus*) y mirlas negras (*Turdus fusca*) hacen de los corredores riparios un paso obligado debido a la alta oferta alimenticia que suele encontrarse allí.

El Páramo del Sumapaz constituía en el pasado un refugio de variadas y exóticas especies faunísticas, características de la región andina, sin embargo hoy solamente las especies más fuertes han logrado sobrevivir al medio natural y al hombre (cacería).

Con relación a los peces, no existe un registro formal de su existencia, aunque hay evidencia de un pequeño pez silúrido barbudo en las quebradas de (Santa Ana y Chapinero) (Andrade, G. observación personal). Esta especie puede corresponder con el "capitanejo" o "capitán enano" *Pygidium bogotensis*, la cual se encuentra registrada para el río Teusacá.

## 2.3. Síntesis de la historia de afectación ocasionada al sistema hidrográfico del Distrito Capital.

En este aparte de la guía se ha elaborado una breve síntesis de la amplia y enriquecedora recopilación histórica efectuada por Juan Camilo Rodríguez en el libro: "el Agua en la historia de Bogotá" (2003), con el propósito de contextualizar el proceso de afectación que ha sufrido el recurso hídrico en la ciudad.

Lo que hoy ocupa la Sabana de Bogotá, hace aproximadamente 8 millones de años, estaba conformado por una gran laguna, rodeada por los cerros al Oriente, con Suba como isla y los cerros de Subachoque, Majuy y Ciudad Bolívar como penínsulas rodeadas por extensos bosques de alisos.

En ese período ocurrieron disturbios naturales en los ecosistemas, originados por las glaciaciones. Hace treinta o cuarenta mil años la gran laguna se empezó a drenar por el salto del Tequendama, dejando gran cantidad de lagos andinos de menor tamaño y generó áreas con nuevas características que permitieron la conformación de otros tipos de ecosistemas.

Hace aproximadamente dos mil años surgió la

civilización Muisca quienes tenían gran respeto a la madre tierra respetándola y conservándola. Su devoción por el agua era muy especial y le rendían culto estando presente en todas las etapas de su vida.



Acuarela Salto de Tequendama, 1850. Edward Mark. Tomado de el agua en la Historia de la ciudad, Tomo I.

Para una comunidad indígena como la muisca cuyo sustento dependía de la agricultura, el principal benefactor era el agua, y de allí también su respeto y veneración. Surgieron mitos y leyendas tales como la historia de adulterio del Dorado en la laguna de Guatavita, o el de la diosa Bachué como personificación pagana de la fecundidad, o también Bochica a quien se atribuyó la regulación de las lluvias y el drenaje del gran lago de la sabana para evitar la destrucción de los cultivos. Además, también se encuentran algunas referencias que la asocian a aspectos terapéuticos y de higiene.

Con la llegada de los españoles a la tierra de los Muisca, la labor de la evangelización, que ocurrió desde mecanismos sutiles hasta, el castigo físico y la violencia, condenó el culto al agua considerados como la persistencia de creencias paganas prehispanicas.

En 1537 Gonzalo Jiménez de Quezada, luego de varias exploraciones por la región decidió establecer una población nueva en la cuenca del Río Bogotá, en el poblado indígena llamado Teusaquillo, teniendo en cuenta la topografía, la oferta de agua y leña, además de la calidad de los suelos fértiles para el desarrollo de actividades agrícolas. bajo

una mentalidad depredadora y exclusiva de aprovechamiento inmediato de los recursos naturales en beneficio de los nuevos pobladores.

En algunas casas de Santafé existían nacimientos naturales o manas y en otras se construyeron aljibes y se almacenaba el agua lluvia, pero en la mayor parte de los casos eran los indios quienes eran obligados a transportarla en mucuras. Con el paso del tiempo la calidad del agua en las partes más planas se comenzó a deteriorar y fue necesario tomarla de sitios más lejanos, para lo cual obligaban a los indios a recorrer distancias cada vez más largas.

Hacia el año 1557, la Real Audiencia expidió la primera norma tendiente a evitar el deterioro del agua para consumo que proveía el río San Francisco, prohibiendo la construcción de molinos en sus orillas, lavar en él y arrojarle inmundicias.



Grabado, ronda del río San Francisco, cuyo lecho era la línea de comunicación más importante de Santafé. Tomado de el agua en la Historia de la ciudad, Tomo I.

Felipe II, en 1563, nombró “jueces de aguas” cuya función era la de distribuir las aguas y dirimir controversias en su uso.

En el año 1575, se realizó por parte de los españoles la persecución y tala de los árboles de nogal (Juglans neotrópica), considerados como sagrados para los Muisca. Estos árboles fueron víctimas de los misioneros que vieron en ellos una fuerte competencia con la religión católica.

Las talas se incrementaron en las zonas de ronda de ríos y quebradas a fin de establecer nuevos territorios, lo cual fue acompañado de la llegada de especies vegetales y animales foráneas que empezaron a competir con las nativas.

En 1583 se continuaba lavando ropa en los ríos San Francisco y Manzanares, la gente del servicio se bañaba en ellos y a ellos iban a parar las basuras y materias fecales, razón por la cual se promovió en la ciudad una petición a la Real Audiencia en la que se argumentaba sobre la urgente necesidad y conveniencia de conducir el agua hasta la plaza, de donde se tomaría de una fuente que para el efecto se constituyó en el primer acueducto de Santafé cuyas obras comenzaron en 1584.

Las aguas venían a la plaza principal de la ciudad encauzadas por una cañería de cal, ladrillo y piedra que partió del río San Agustín y atravesaba una zona abundante en arbustos de laurel.

En 1589 la situación de agua en la ciudad continuaba siendo deplorable, tomándose nuevas medidas para arreglar la cañería de los Laureles como se denominaba al acueducto, mediante el arreglo de la toma y limpieza de la zanja.

El mono de la pila, nombre que la costumbre popular y cotidiana le dio a esta fuente, ocupó ese lugar hasta 1846, año que en fue sustituida por la estatua de Bolívar. Posteriormente la antigua pila fue llevada al Museo Nacional y luego al Museo de Arte Colonial donde aún se encuentra.

Hacia 1589, otra de las fuentes de agua la constituyó el río Fucha, nombre que significa mujer, posteriormente llamado también San Cristóbal. Si bien el uso de este río en esos primeros años, dada su relativa distancia de la ciudad para la época, fue mínimo, más tarde fue aumentando su importancia.



Grabado. Barreto. Quinta de Nariño a orillas del río Fucha. Tomado de el agua en la Historia de la ciudad, Tomo I.

La segunda toma pública de agua en Santafé fue el chorro de San Agustín en 1611. Su agua se derivó de la cañería que hizo el convento de San Agustín.

Una tercera fuente de agua por aquellos años, construido antes de 1665, fue del chorro de San Juanito o del Sauce ubicado en el camino para Tunja a la altura de donde luego se construyó el panóptico, carrera séptima con calle 23, hoy convertido en el Museo Nacional.

Hacia 1623, el cronista Fray Pedro Simón, estimaba que la población de Santafé era de aproximadamente 3000 habitantes, y en sus referencias da testimonio de las limpias aguas de los ríos San Agustín y San Francisco que bajaban de los cerros orientales constituyéndose en el eje de la ciudad. Así mismo, hace referencia a los arroyos y manantiales de la ciudad, la abundancia de peces en los ríos y la ausencia de enfermedades contagiosas.

La concepción expoliadora de la época de conquista frente a los recursos humanos y bióticos comenzó a generar sus primeras consecuencias, pues ante la inminente extinción de la mano de obra indígena a causa de los duros trabajos impuestos la solución fue la de traer esclavos, y frente a los problemas de la tala indiscriminada de la vegetación nativa y la contaminación de las aguas por el incremento de la población y la falta de control en el manejo de residuos y vertimientos aparecieron problemas sanitarios con sus consecuencias en la población.

En el período comprendido entre 1630 y 1633, se desató una de las más terribles epidemias que recuerde la historia de Bogotá a la que se le dio el nombre de “epidemia de Tabardillo” o “peste de Santos Gil”, con el que en la época se conocían el tifo y la fiebre tifoidea y fueron muchos los muertos, especialmente en las poblaciones indígenas de la sabana en las que murieron cuatro quintas partes de la población, es decir cerca de 20 000 indígenas.

El puente que existía sobre el río San Francisco, desde 1557, fue derribado por una creciente del río y se construyó su reemplazo, ya de piedra, durante el gobierno de don Juan de Borja en 1626.



Grabado. Puente del río San Francisco (el primero de Santafé) Tomado de el agua en la Historia de la ciudad, Tomo I.

La pila de las Nieves fue la cuarta toma de agua en la ciudad. La petición para su construcción se hizo en 1665, en razón del incremento de la población en ese sector. La pila, que tomaba sus aguas del río del Arzobispo se colocó en la plazuela de las Nieves (calle 20 carrera 7.a). Cerca de un siglo transcurriría antes de que se pusiera en servicio un nuevo chorro.

La pila de la plazuela de San Victorino, que originaría el después llamado acueducto de San Victorino, fue solicitada por algunos vecinos de ese barrio en 1680, quienes decían tener una gran escasez de agua.

El agua que recibía la pila de la plaza mayor escaseaba en la época de verano, además de los frecuentes daños en la cañería de los Laureles, que la conducía, lo que hacía que se ensuciara y que causara enfermedades a quienes la tomaban al mezclarse con otras materias. Por ello el alcalde más antiguo de la ciudad, don Juan de Olarte y Angulo, solicitó la contribución de las personas para hacer una obra que permitiera llevar a la pila, además de la que llegaba del río San Agustín, agua del río Fucha.

Entrado el siglo XVII, se comenzaron a ver las consecuencias del inadecuado manejo de los recursos naturales, pues se presentaron fuertes crecidas de los ríos y riachuelos que venían de los cerros originando daños e inundaciones. La intensidad de la explotación de la leña de los montes que se ubicaban en los cerros empezó a desequilibrar los

procesos dinámicos en los ecosistemas.

A finales del siglo XVII, la ciudad contaba con agua de la pila de la plaza mayor proveniente del río San Agustín y del río Fucha; el chorro de San Agustín, derivado de la quebrada de La Peña; el chorro de San Juanito, alimentado por el río del Arzobispo y, también surtida por este último río, la pila de las Nieves. Cuatro tomas proveían de agua a una ciudad que tenía aproximadamente 3000 habitantes.

La administración en la provisión de agua a la ciudad en general, y a las casas, en particular no se encontraba sustentada por ningún tipo de normas que organizara explícitamente la forma de hacerlo. En estas circunstancias se extendía la arbitrariedad y se ahondaba la imprevisión, descuidándose la justa y oportuna distribución del agua en la ciudad.

Hacia 1865 se ordenó la canalización de los caños debido a la disminución de su caudal y a los malos olores, la población continuaba en aumento, y el agua empezaba a escasear.

Hacia 1871 se hizo énfasis en la necesidad de atender la salud pública de la ciudad: "Bogotá necesita urgentemente desembarazarse de la atmósfera de pestilencia que se cierne sobre sus moradores; los caudales pueden aumentarse recogiendo en la parte alta de la cordillera las aguas de algunos riachuelos, repoblando de árboles la faldas de los cerros del oriente y canalizando el lecho de los riachuelos que corren por la ciudad" .

Hacia la mitad del siglo XVIII se construyó en Santafé la que fue la más importante obra para la provisión de agua a la ciudad a lo largo de su historia colonial. Se trató del acueducto de Aguanueva. Llegó a suplir este acueducto las deficiencias, escasez y vulnerabilidad, del de los Laureles, que a partir de la inauguración de este último empezó a ser llamado acueducto de Aguavieja.

Sin duda la independencia del país ( 1823-1825) no significó cambio alguno en el aspecto de la provisión de agua a Bogotá. Pasarían muchos años para que se emprendieran obras de envergadura encaminadas a dotar a la ciudad de un adecuado servicio del acueducto y alcantarillado. En cuanto al sistema de administración del abasto de aguas a la ciudad hubo total continuidad frente al que

operaba bajo el régimen español.

Pero ya había en la naciente república la inquietud por la salud de sus habitantes. En la Gaceta de Colombia se mencionó en 1823 que “el único medio de oponerse a estas plagas (las frecuentes epidemias) es poblar el país de árboles y de hombres laboriosos, dar corriente a las aguas estancadas y mantener una limpieza suma en todas partes Bogotá tenía en 1823 alrededor de 35 000 habitantes

En 1905 se protegieron legalmente los ríos San Francisco, San Agustín y San Cristóbal, considerando la disminución del caudal y atribuyéndola a la extracción de cascajo y piedras de sus lechos, a la desviación de sus cursos y al desmonte de sus partes altas. En ese mismo año el Decreto No.921 dispuso que los concejos expedieran acuerdos que prohibieran destruir la vegetación de las cabeceras y márgenes de los ríos y arroyos que suministren agua a las poblaciones del país en una zona de cien metros a cada lado.

La conclusión de Duane, en 1823 luego de su detallada observación del estado sanitario de Bogotá fue: “Ello demuestra incuestionablemente el ínfimo estado en que la política de España había dejado los servicios en los países sometidos a su férula pero solo si tales usos persistieran de aquí a veinte años, habría entonces motivo para censurar por ello a la república”. Veinte años después sería posible juzgar si se justificaba una nueva censura.

En 1896 la población de Bogotá se estimaba en 130 000 habitantes, cifra un poco alta según el resultado del censo de 1912.

Hacia 1911 se comenzó a proponer las compras de las hoyas de los ríos y la siembra de árboles en las mismas. Para 1914 el gerente del acueducto en esa época citaba entre las cuatro principales causas de la escasez del agua la constante tala, las quemas y el arado que agotaba el suelo y los manantiales.

Hacia 1915 se propuso comprar las zonas de los ríos y establecer en ellas bosques con árboles apropiados, como pinos, tunos, trompetos, salvios y alisos que aumenten las aguas. En este mismo año mediante el acuerdo 8 de 1915, se autorizó al

alcalde de la ciudad y al personero a negociar las tierras en donde nacieran las aguas que proveían a Bogotá.

Posteriormente el municipio de Bogotá compró aproximadamente 7000 fanegadas en la hoya del San Cristóbal, San Francisco, EL Arzobispo, Las Delicias y la Vieja, y se las entregó a la empresa de acueducto para que las reforestara y administrara. Como el eucalipto era lo que más fácil se conseguía se sembró en las hoyas y en los márgenes los cuerpos de agua.

Por opiniones emitidas por “expertos” se plantaron pinos, algunos cedros, nogales y arbolocos en los cerros orientales, en las zonas de ronda de las fuentes abastecedoras de agua para la ciudad.

En 1922 se vislumbraba la necesidad de hacer la reforestación de las hoyas con especies nativas como el encenillo, el raque, el cedro, el cerezo y los nogales, al igual que permitir que se diera el proceso de sucesión vegetal de forma espontánea en los sitios que carecían de suelos profundos y que no resistían grandes árboles.

El 23 de abril de 1931, la junta del acueducto aprobó el reglamento para el uso de las hoyas hidrográficas y dispuso que las personas propietarias de áreas donde nacieran fuentes de agua que alimentarían a los ríos deberían impedir la destrucción de los montes en una extensión de 100 metros alrededor de el origen de las fuentes de agua y de 10 metros a lado y lado de la fuente.

La ciudad moderna aparece hacia 1948, y con ella todo el fenómeno social ligado a la violencia en el país y sus consecuencias reflejadas en el desplazamiento de la población rural hacia los centros urbanos, entre ellos, Bogotá. La ciudad comenzó a ser poblada inicialmente en el núcleo central, pero luego ante la demanda de nuevos espacios aparecieron los procesos de invasión en la periferia de ciudad, hacia los cerros orientales y comenzó también el reinado de los urbanizadores piratas, ofreciendo soluciones de vivienda para familias de bajos recursos en zonas de alta vulnerabilidad.

Hacia 1970 se establecieron grandes fincas en el valle del río Tunjuelito y el Sumapaz en zonas de-

dicadas a la agricultura y ganadería, generando importantes impactos en los ecosistemas, pues se cambió la vocación del uso del suelo. Por otra parte, el continuo crecimiento de la ciudad hizo que se buscarán cada vez más zonas para la extracción de materiales de construcción, la necesidad de tener cada vez más tierras, agua para la población y la agricultura, generaron más talas, represamientos y cambios en los cursos de agua de la red del Distrito.

Ese crecimiento desordenado ahora con una población de aproximadamente 7.000.000 de habitantes ha incidido de forma determinante en la pauperización del potencial biótico referida a la flora y fauna; en realidad la situación ahora no es diferente a la que se presentó en el periodo de la Conquista, la Colonia y la República, pues la presión ejercida sobre los recursos naturales sigue siendo crítica, por cuanto los asentamientos urbanos no respetan el área de ronda y zona de manejo y preservación ambiental de los ríos y quebradas que recorren la ciudad, ni tampoco las zonas con vocación protectora que se siguen talando y contaminando el recurso hídrico con las aguas residuales, basuras y todo tipo de desperdicios domésticos e industriales.

Aún así, sigue existiendo la posibilidad de conservar y restaurar las cuencas altas de muchos de los ríos y quebradas de la ciudad, dado su valor ecológico y el uso actual que ofrecen al surtir de agua acueductos veredales y algunos sectores del área urbana.

Finalmente, ojala que esta breve síntesis de la historia de afectación del recurso hídrico de la ciudad se constituya en un motivo para que el lector de esta guía metodológica, se motive y se constituya en un ciudadano(a) preparado para trabajar de la mano con el DAMA y las demás entidades encargadas del tema ambiental con el propósito de abordar el reto de reconstruir el patrimonio ambiental que hemos desdeñado a lo largo de nuestra historia, retomando el respeto y la enorme valoración que nuestros antepasados, los indígenas, Muiscas, le prodigaban a nuestra madre tierra.

### 2.3.1. Factores Limitantes

Los factores limitantes son condiciones propias del medio que como su nombre lo indica limitan o res-

tringen el desarrollo del ecosistema, principalmente a través de la reducción de las tasas de crecimiento y desarrollo de la vegetación, lo que retrasa las sucesiones vegetales, alterando los flujos de energía en el ecosistema.

Para la restauración de nacederos y áreas de ronda de las microcuencas del Distrito Capital, en la zona rural algunos de los factores limitantes principales son:

**Anegamiento:** La mayoría de las áreas de ronda presentan un nivel freático muy superficial, lo que genera áreas frecuentemente inundadas, que se convierten en un factor que limita el desarrollo de algunas plantas ya que no todas están adaptadas a suelos pantanosos.

**Erosión:** Genera procesos de colmatación de los cuerpos de agua y produce un constante roce de las partículas que lleva el agua con las raíces y tallos.

**Precipitación:** Genera aumentos periódicos en el nivel del caudal de los cuerpos de agua, que además de generar anegamientos hacen que se presente un recambio periódico de la vegetación de la zona que limita con el curso de agua.

**Temperatura:** La mayoría de las microcuencas y nacederos que se encuentran en la zona rural del Distrito están por encima de los 2700 m.s.n.m, lo que convierte las bajas temperaturas en un factor limitante en la adaptabilidad de las plantas y su crecimiento. El frío hace que el ciclado de nutrientes entre el suelo y la vegetación sea más lento.

**Viento:** Ejerce un efecto desfavorable especialmente en zonas que han sido descubiertas de vegetación, reduciendo la humedad y aumentando la tasa de radiación.

**Suelos de textura arenosos:** que se encuentran en el mayor porcentaje de las cuencas altas de los cuerpos que componen la red hídrica del Distrito, se convierten en otro factor limitante ya que son suelos pobres en nutrientes, especialmente fósforo.

**Acidez del suelo:** característica de las partes altas de las microcuencas, y las concentraciones elevadas de aluminio constituyen un limitante fuerte que acentúa la dificultad para la absorción de los

nutrientes por parte de las plantas.

**Tenencia de la tierra:** en predios pequeños especialmente en donde se trata de aprovechar al máximo la tierra con fines productivos, hace que se retire la vegetación del cordón ripario.

Es importante resaltar que existen variados factores limitantes para adelantar proyectos de restauración ecológica en las zonas más altas de la Localidad del Sumapaz, los cuales se refieren a los siguientes aspectos:

- Baja disponibilidad de oxígeno en el aire (escaso aprovechamiento del oxígeno debido a la baja presión atmosférica).
- Cambios abruptos de temperatura en las fases noche-día.
- Acidez muy alta de los suelos, a tal punto de impedir la eficaz absorción radicular de las plantas y tener que tomar el agua de la humedad relativa del ambiente.
- Lenta descomposición de la biomasa muerta, debido a la escasa disponibilidad de oxígeno y a la temperatura promedio que impide una adecuada incorporación de nutrientes al suelo.
- Desmineralización de los suelos debido a la acidez.
- Fuertes vientos.
- Bajas temperaturas que ocasionan severas quemaduras a las plantas.
- Radiación solar muy tenue en períodos de nieblas y lluvias, o muy directa y extrema en días despejados o soleados. (Castaño-Urbe 1997).

A pesar de todas estas limitaciones, el páramo puede considerarse el ecosistema más sofisticado para el almacenamiento de agua y su filtración debido a la gran acumulación de materia orgánica, que permite aumentar los espacios de almacenamiento por un lado, y a la morfología característica de las plantas de páramo, que actúan con “efecto esponja”.

### 2.3.2. Factores Tensionantes

Como tensionantes se consideran aquellos factores que se introducen en el ecosistema y restringen la entrada de energía a éste o a uno de sus compartimientos, o aumentan las pérdidas, deteriorando las reservas en cada compartimiento y los flujos entre ellos (procesos ecológicos esenciales) (Brown & Lugo, 1994).

Se consideran **tensionantes severos** aquellos capaces de alterar las fuentes de energía o la entrada misma al sistema, con lo que ésta ni siquiera alcanza a ser elaborada en los compartimientos o niveles tróficos, causando un daño extenso y profundo al mismo. Entre los tensionantes severos se contemplan factores que afectan la toma de agua y nutrientes por parte de las plantas (aridización, salinización, erosión severa, compactación, etc.), inhiben la fotosíntesis (herbicidas, calentamiento climático, contaminación atmosférica) o tienen un efecto generalizado sobre todo el ecosistema (práctica de políticas inadecuadas de ordenamiento y manejo).

Brown & Lugo consideran los **tensionantes leves** como aquellos que no impiden la toma de energía por parte del ecosistema, sino que retiran (cosechan) parte de lo acumulado en cada uno de los tres compartimientos, como es el caso de la deforestación, la cacería o la erosión, las quemaduras y el pastoreo.

Para el caso específico de las microcuencas y nacedores del Distrito, en general en el área rural, los principales factores tensionantes corresponden a:

- **Deforestación:** generada en muchos casos por la ampliación de la frontera agrícola, además de la entresaca para postes y leña. (Tensionante leve).
- **Pastoreo de animales:** Eliminación de rebrotes y plántulas; adicionalmente, genera problemas de compactación del suelo, erosión laminar, erosión de laderas y aceleramiento en el ciclo de nutrientes. (Tensionante leve).
- **Erosión superficial:** Originada por la desprotección del suelo, induce una mayor tasa de remoción. Este proceso afecta la capa más superficial del suelo en donde se encuentra la materia orgánica, la cual es arrastrada por aguas de escorrentía y

vientos, lo que acelera el proceso erosivo. (de leve a severo).

- **Agricultura:** Produce cambios en la estructura del suelo ocasionados por el uso del arado, la introducción del monocultivo, uso indiscriminado de agroquímicos que alteran las poblaciones biológicas del suelo y del agua, al igual que alteran el ciclo de los nutrientes y generan la acumulación de moléculas contaminantes. (Tensionante leve)
- **Incendios:** Además de destruir el banco de semillas, plántulas y la microbiota, pueden llegar a originar la degradación química del suelo. (de leve a severo).
- **Contaminación:** Originada por el deficiente o inexistente tratamiento de las aguas servidas, la gestión inadecuada de residuos de las labores agropecuarias, la baba, las heces y el orín de los animales.

Los cuerpos hídricos se vuelven canales de desagüe, en donde además de recibir gran parte de las aguas negras, reciben basuras y escombros. (de leve a severo).

- **Movimientos en masa:** Deslizamientos, corrientes de lodo y reptación. (Severo).
- **Minería:** Las actividades mineras que se han desarrollado por muchos años en el Distrito han producido impactos negativos en las microcuencas, tales como la alteración de los drenajes superficiales, la contaminación de las aguas por sedimentos, la alteración de los caudales subterráneos, la eliminación o reducción de la capa vegetal, la alteración y eliminación de hábitats, el desplazamiento de especies animales, la inestabilidad en las márgenes, el aumento de la erosión, modificaciones en el microclima y la variación en las formas de los cauces. (Severo).
- **Procesos no planificados de urbanización:** Se construye sobre las áreas de ronda, se realizan canalizaciones de forma no técnica, tomas de agua que alteran los cursos de las microcuencas, se obstruye el flujo de los cauces, se invaden las áreas de ronda y ocurre un remplazamiento de las coberturas naturales. (Tensionante Severo)

## 2.4. Caracterización de agentes institucionales y sociales

En cualquier proyecto de restauración ecológica es muy importante tener en cuenta los agentes institucionales y sociales que influirán en el éxito de un proyecto, en su sostenibilidad y por supuesto en su viabilidad económica y ecológica.

El mantenimiento de la calidad y la cantidad del recurso hídrico es en una necesidad sentida de la población del Distrito, especialmente en la zona rural, que le permite mantener ciertos niveles mínimos de calidad de vida. No se debe olvidar que una relación armónica y sustentable con los recursos naturales, aumenta el valor que las comunidades le dan a los mismos.



Foto No. 5. Habitantes de la Vereda Pasquilla, Localidad de Ciudad Bolívar.

A continuación se describen algunas generalidades relacionadas con los agentes institucionales y sociales que se encuentran directamente relacionados en el Distrito con la gestión de proyectos en el escenario de rondas hídricas y nacederos.

### 2.4.1. Alcaldías locales

De acuerdo con el Decreto 739 de Agosto 28 de 1998, las Alcaldías Locales deben elaborar un Plan de Desarrollo como instrumento de planeación en el que se definan las prioridades de intervención que permitan la implementación de proyectos acordes con las necesidades de las comunidades, y teniendo en cuenta la optimización en el manejo de los recursos de los Fondos de Desarrollo Local.

Estos Planes de Desarrollo Locales se formulan para un periodo de cuatro (4) años, a partir de estrategias y políticas económicas, sociales, ambientales y culturales, con metas a corto y mediano plazo, a partir de la definición de programas y proyectos acompañados de un plan de inversión de los recursos y que especifica los mecanismos de coordinación entre instituciones.

Los contenidos de estos planes de desarrollo son concertados con las comunidades directamente interesadas, mediante la realización de encuentros ciudadanos orientados por el Alcalde Local y las Juntas Administradoras Locales.

Los ciudadanos y ciudadanas participantes en la priorización de problemas y soluciones; posteriormente el Consejo Local de Planeación emite un concepto para el Alcalde Local quien debe ajustar el borrador del Plan de Desarrollo y entregarlo a la Junta Administradora Local para su debate y aprobación final. En caso de que la JAL no lo acepte, el Alcalde Local lo puede expedir por Decreto.

Es esta entonces una instancia de participación para las comunidades y decisión para las administraciones locales, mediante la cual se pueden priorizar conjuntamente las microcuencas de la Localidad en las cuales se hace necesario ejecutar proyectos de inversión con fines de conservación y/o restauración.

### **2.4.2. Juntas de Acción Comunal**

Las Juntas de acción comunal, son otro tipo de organización comunitaria, que constituyen un mecanismo de participación organizada, a través del cual se puede realizar la planificación, gestión, ejecución y evaluación de proyectos y programas que involucren el desarrollo y el mejoramiento en la calidad de vida en sus comunidades, es importante la participación en el mantenimiento y protección de los procesos de restauración iniciados.

### **2.4.3. Juntas de Acueducto**

Las juntas de acueducto en el caso del sector rural, se constituyen como una de las formas de gestión del recurso hídrico más importantes por parte de la sociedad civil.

Muchas de las juntas de acueducto se han consolidado a partir de las juntas de acción comunal. Su objetivo principal es la administración del recurso hídrico, buscando abastecer de agua potable a todos sus asociados, ante los problemas de escasez que se presentan según la época del año, las distancias para acceder al recurso y las dificultades para el traslado del mismo.

Las Juntas de acueducto específicamente, velan por la calidad del servicio, el mantenimiento de la infraestructura, el manejo de las tarifas y el mantenimiento de la fuente abastecedora.

Muchas de las juntas administradoras del recurso hídrico, fueron creadas cuando aún no se pensaba que los recursos podían agotarse; es decir sólo se pensaba en la captación y distribución del recurso. Además, las autoridades ambientales tuvieron una escasa preocupación por adelantar proyectos orientados a una gestión integrada del agua y de las cuencas.

En la actualidad, debido a que se han agotado algunas fuentes de agua y se han reducido los caudales de otras, las juntas de acueducto han empezado a gestionar proyectos de protección, reforestación y restauración de las fuentes hídricas alimentadoras de los acueductos, aunque por dificultades en la planificación de los mismos no hacen proyecciones a largo plazo y tampoco se obtienen los mejores resultados.

Estas organizaciones sociales, pueden gestionar recursos económicos ante las entidades del estado y otras entidades de carácter privado nacionales e internacionales a través de el diseño y la gestión de proyectos que involucren entre otros temas la educación ambiental, la restauración de nacimientos, áreas de recarga y de ronda de las fuentes de agua, y programas de uso adecuado del recurso y de los ecosistemas de la región. Sin embargo, falta potenciar esta instancia de participación.

### **2.4.4. Asociaciones de Usuarios**

Las asociaciones de usuarios de una cuenca, son organizaciones de derecho privado, de carácter corporativo, sin ánimo de lucro, que se rigen por la Constitución, las leyes y las normas que regulan

la actividad del objeto social de la Asociación y las demás disposiciones legales vigentes.

Su papel ante el manejo y conservación de un recurso hídrico es primordial ya que son sus usuarios los directos beneficiarios de los recursos ambientales de la misma; a nivel del Distrito y especialmente en el área que corresponde a los cerros orientales son las encargadas de las nuevas concesiones de aguas superficiales o subterráneas y por tanto de el plan de manejo del cuerpo hídrico.

Con relación a la planeación y proyección de propuestas de restauración de áreas de ronda y áreas de recarga les corresponde ser usuarios activos y gestionar ante las entidades nacionales e internacionales proyectos que no solo involucren educación ambiental, seguridad alimentaria y conservación de la base productiva (agua, suelo y biodiversidad).

Actualmente, existen en el Distrito Capital Asociaciones de Usuarios en las localidades cuya red hídrica en el área rural satisface las necesidades de acueducto y riego de sus habitantes Ej. Ciudad Bolívar, Sumapaz, Usme, Chapinero, Santa fé y Usaquén.

#### **2.4.5. ONG'S**

Las Organizaciones no Gubernamentales, en la gestión de recursos económicos para la gestión del agua, son consideradas un puente entre las comunidades interesadas, el estado y otras posibles fuentes de financiación.

Generalmente, crean las condiciones y los escenarios favorables para que las comunidades organizadas puedan participar en la conservación, gestión y sostenibilidad del recurso hídrico; generando canales en los que los sectores populares asumen su papel como actores que modifican el medio que los rodea, haciendo que lo conozcan, lo conserven, optimicen su manejo, investiguen y generen soluciones a sus necesidades e intereses a través de la planificación de proyectos que benefician a una población determinada.

## **2.5. Competencias de las Entidades del Distrito**

### **2.5.1. Departamento Técnico del Medio Ambiente - DAMA -**

El artículo 66 de la Ley 99 de 1993, establece que los Municipios y Distritos con una población mayor

a un millón de habitantes ejercerán dentro de su perímetro urbano las funciones atribuidas a las Corporaciones.

Conforme a lo señalado en el Decreto 673 de 1995, el Departamento técnico Administrativo del Medio ambiente DAMA es el encargado de trazar las políticas y lineamientos sobre el manejo del área de ronda de las microcuencas y los nacedores del Distrito; adicionalmente, esta facultado para hacer que se cumplan y además gestiona la adopción de programas y proyectos referentes a la gestión ambiental según lo dispuesto por el Decreto Distrital 308 de 2001.

Mediante el Decreto 482 de 1996, se crea el Sistema Agropecuario Distrital (SISADI), para coordinar y organizar las políticas, programas y proyectos del sector agropecuario en el Distrito. Así mismo, autoriza a los Alcaldes Locales en donde existan comunidades de pequeños productores rurales, para contratar las Unidades Locales de Asistencia Técnica Agropecuaria (ULATAs), cuya función principal es la de transferir tecnologías y prestar asistencia técnica agropecuaria (gratuita) a los pequeños productores rurales, sobre el uso y el aprovechamiento sostenible de los recursos edáficos, hídricos, biológicos y ecosistémicos del Distrito Capital.

En la zona rural el DAMA desarrolla actividades en calidad de entidad gestora de proyectos en lo relacionadas con la formulación, ejecución, seguimiento y monitoreo en coordinación con la CAR.

El DAMA, la EAAB y el Jardín Botánico suscribieron un Convenio a fin de aunar esfuerzos para adelantar proyectos de investigación orientados a la restauración de áreas de rondas con pastoreo y plantaciones forestales en predios de la Empresa.

El artículo 5 del Decreto 472 del 23 de diciembre de 2003, establece que la revegetalización de áreas protegidas del Distrito Capital son competencia del DAMA.

### **2.5.2. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota EAAB – ESP -**

El Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito POT

en su Artículo 26, Parágrafo 2, delega al Acueducto de Bogotá como “la entidad responsable de demarcar las Rondas Hidráulicas y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental y velar por su protección y cuidado, de conformidad con lo dispuesto en los respectivos planes de manejo de cada una de estas áreas y las directrices de la autoridad competente. La Resolución No 0370 del 29 de julio de 1.996 emanada de la Gerencia General adopta los Manuales de Funciones y Procedimientos de la EAAB - ESP. El Manual de Procedimientos de la Dirección de Bienes Raíces establece, entre otros, la Administración y Ordenamiento de Recursos naturales que conforman los ecosistemas estratégicos localizados en las cuencas hidrográficas de propiedad de la Empresa.

El Acuerdo No 006 de 1.996 de la Junta Directiva de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP, establece entre otras las siguientes funciones: “Solicitar las concesiones de aguas y los permisos de vertimientos y colaborar con las autoridades competentes en la conservación y reposición del recurso hídrico”.

Actualmente, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, es dueña de una importante área de predio, en los cerros orientales y en la zona rural del Distrito Capital en aquellas cuencas o microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad.

### **2.5.3. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR- (contexto rural)**

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), es la máxima autoridad ambiental en el área Rural del Distrito Capital, encargada de administrar los recursos naturales de su jurisdicción, promover el desarrollo sostenible y vincular a la comunidad a las acciones de gestión ambiental.

Cumple funciones administrativas y técnicas con relación al uso, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos del área rural que dentro de su jurisdicción le corresponde al Distrito Capital.

Es la autoridad competente para otorgar o negar los permisos o concesiones para la toma de agua de los cuerpos hídricos ya sea por personas natu-

rales o jurídicas. De la realización de los planes de ordenamiento de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción y de los planes de manejo ambiental de la mismas.

### **2.5.4. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.**

De acuerdo a las competencias que define el decreto 984 de 1.998 es la Entidad encargada del programa de arborización urbana, realiza investigación en comunidades vegetales de los ecosistemas altoandinos, en la propagación y la conservación de especies. Maneja el programa de Cintas, Bandas y Manchas en áreas de ronda de Microcuencas del Distrito y trabaja programas de investigación en restauración de áreas afectadas por incendios y por especies invasoras en especial Retamo espinoso (*Ulex europeans*).

El JBB dentro de sus estrategias de restauración de la cobertura vegetal de ecosistemas degradados, diseñó el proyecto **Cintas, Bandas y Manchas**, como proceso inicial que posibilita la recuperación de la estructura y función de ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas, con énfasis en las áreas próximas a los cuerpos de agua.

Las **cintas** son corredores biológicos, que comprenden entre 10 y 30 metros a lado y lado del cauce del río o corriente de agua (de acuerdo con la posibilidad de concertación y compromiso de los propietarios), las cuales buscan iniciar procesos de revegetalización (según los criterios de restauración y producción) para proteger y mantener la estabilidad del cauce, iniciando núcleos de dispersión multiespecíficos.

Las **bandas** son franjas más anchas que las cintas, que además de formar corredores biológicos que generan procesos de conectividad entre relictos de vegetación dispersos, buscan crear opciones para generar recursos en la economía doméstica del campesino, de manera armónica con la naturaleza. Para ello, se recomienda manejar especies arbustivas y arbóreas utilizables de manera sostenible por la comunidad.

Las **manchas** son porciones o relictos de vegetación nativa conservada, que han quedado aislados por fenómenos de fragmentación, las cuales por

procesos de interconexión pueden contribuir a restablecer las condiciones ecológicas del lugar. Esta conexión permite el flujo de elementos bióticos (fauna y flora) de un relicto a otro, facilitando y acelerando procesos de sucesión natural, que llevan a la restauración de matrices de vegetación natural “predisturbio” (JBB, 2003).

## 2.6. Zonificación y priorización de manejo del escenario de restauración en el distrito capital.

Para definir la zonificación de manejo y establecer la priorización de áreas de la red hídrica del Distrito Capital con fines de restauración ( ver mapa anexo en la solapa ) se analizó la información cartográfica de una serie de variables claves las cuales constituyen el siguiente modelo conceptual así:

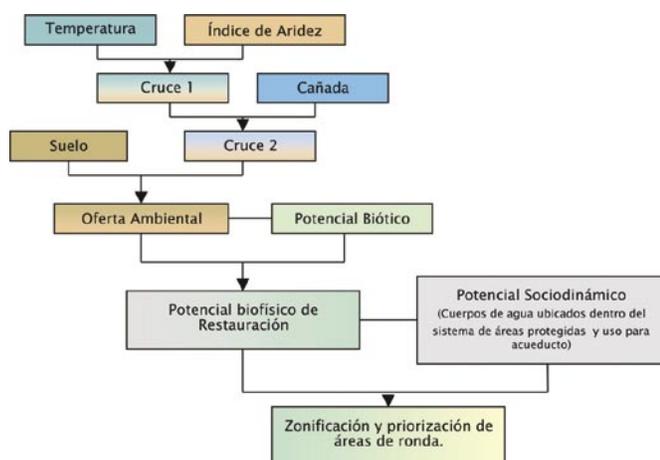


Fig. No. 12. Modelo conceptual zonificación y priorización de áreas de ronda a intervenir en el área del Distrito Capital.

Para el desarrollo de este modelo conceptual se determinó inicialmente **la oferta ambiental** del Distrito Capital a partir del análisis de varias capas cartográficas referidas a temperatura, índice de aridez ( incluye las variables humedad relativa, precipitación y radiación solar) y suelos como factor limitante de procesos de los restauración.

Posteriormente, se cruzó la información cartográfica

existente para **Potencial biótico** (vegetación) del Distrito con la oferta ambiental para obtener como resultado final el potencial biofísico de restauración para Bogotá.

Finalmente para establecer la zonificación y priorización de las áreas de ronda con fines de restauración en el Distrito capital se cruzó esta capa con la del **potencial sociodinámico** tomando como referente la información disponible para el sistema de áreas protegidas del Distrito y el uso que hacen las comunidades de las principales microcuencas ubicadas en el área rural para abastecer acueductos.

En la elaboración de este mapa se utilizó el Semáforo Ecológico, mediante el uso de tres categorías de calificaciones:

- Verde => Áreas cuya prioridad de intervención es baja, ya que hacen parte del sistema de áreas protegidas del distrito lo cual les garantiza legalmente su conservación.
- Amarillo => Son áreas cuya prioridad de intervención es media, es decir, pueden presentar degradación pero hacen parte del sistema de áreas protegidas, lo cual les garantiza legalmente su conservación.
- Rojo => Corresponde a áreas con alta prioridad de intervención debido a las condiciones en las que se encuentra y a la importancia de su recuperación para el factor humano.

Este mapa permite al usuario interpretar los diversos aspectos ambientales enfocados a la restauración ecológica en consonancia con las variables sociales, lo que contribuye a la planificación del territorio.

La tabla No. 1 presenta un resumen general de la cuantificación de las áreas ubicadas en corredores de la red hidrográfica del D.C. que requieren algún tipo de intervención con fines de restauración ecológica.

	PRIORIDAD ALTA	PRIORIDAD MEDIA	PRIORIDAD BAJA
Usaquén	329	390	2.240
Santafé	573	573	573
San Cristóbal	325	2.252	584
Usme	233	7.661	11.313
Sumapaz	989	34.486	37.397
Ciudad Bolívar	212	2.073	280
Suba	72	148.	3.926
<b>Total</b>	<b>2.733</b>	<b>45.583</b>	<b>56.313</b>

Tabla No. 1. Prioridad de restauración por Localidad (Ha)

La tabla anterior muestra para el Distrito Capital existe una prioridad de intervención alta en 2.733 Ha ubicadas en las Localidades Usaquén, Santa Fé, San Cristóbal. Usme, Sumapaz, Ciudad Bolívar y Suba. En prioridad media se encuentran 45.583 Ha y en baja 56.313 Ha., para un total de 104.629 Ha.

La localidad de Sumapaz es la de mayor área a restaurar con prioridad alta de intervención (989 Ha), lo cual es corresponde también a su importancia estratégica y localización dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito. En orden de importancia le siguen la Localidad de Santa Fe (573 Ha), Usaquén (329 Ha) y San Cristóbal (325 Ha).

La información cartográfica para consulta del usuario de las diversas localidades del Distrito capital, se encuentra en el mapa de la solapa de la guía, y se constituye en un instrumento para la formulación de proyectos de restauración ecológica.

Dicha información se encuentra disponible en medio magnético en la oficina de sistemas de información geográfica del DAMA, para quienes estén interesados en consultar información detallada de las Localidades del Distrito.

Tal como lo plantea el Decreto 469/03, mediante el cual se revisó el Plan de Ordenamiento Territorial, la información ofrecida en la cartografía temática busca integrar la Red de Drenaje de la Ciudad de las zonas periurbanas y rurales, a la red de Corredores Ecológicos Regionales, en el marco de la Política para el Manejo de la Estructura Ecológica Regional mediante estrategias de intervención sobre sus diferentes componentes.

Es necesario conocer que este mismo Decreto define **la ronda hidráulica** de un cuerpo de agua, como la zona de protección ambiental e hidráulico no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta treinta (30) metros de ancho destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica.

Así mismo, define la **zona de manejo y preservación ambiental** como la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico.

### 3. PROPUESTA DE MODELOS DE MANEJO PARA EL ESCENARIO DE RESTAURACIÓN

Este capítulo aborda la metodología para la formulación de un proyecto de restauración, los procedimientos y las técnicas más recomendadas para su ejecución, seguimiento y monitoreo.

Los objetivos de la restauración en cuerpos lóticos (quebradas, ríos, nacederos, etc.) puede perseguir diferentes objetivos, entre los que se encuentran, el aumento en la calidad y la cantidad del agua, la reducción de la tasa de sedimentos que llega al cauce, el control y la regularización de los flujos de agua, la recuperación de hábitats para los animales, el restablecimiento de corredores de flora y fauna, la recuperación de las interacciones bióticas, el aumento en la conectividad, el mejoramiento estético y visual del entorno y demás funciones ecológicas.

Se desarrollan cinco modelos para el manejo de diferentes casos de restauración ecológica que se presentan en el Distrito en áreas de ronda de cursos hídricos.

En la figura No. 13 se desarrolla el procedimiento a seguir para la formulación e implementación de un proyecto de restauración ecológica en un área del sistema de la Red de Drenaje de drenaje del Distrito Capital:

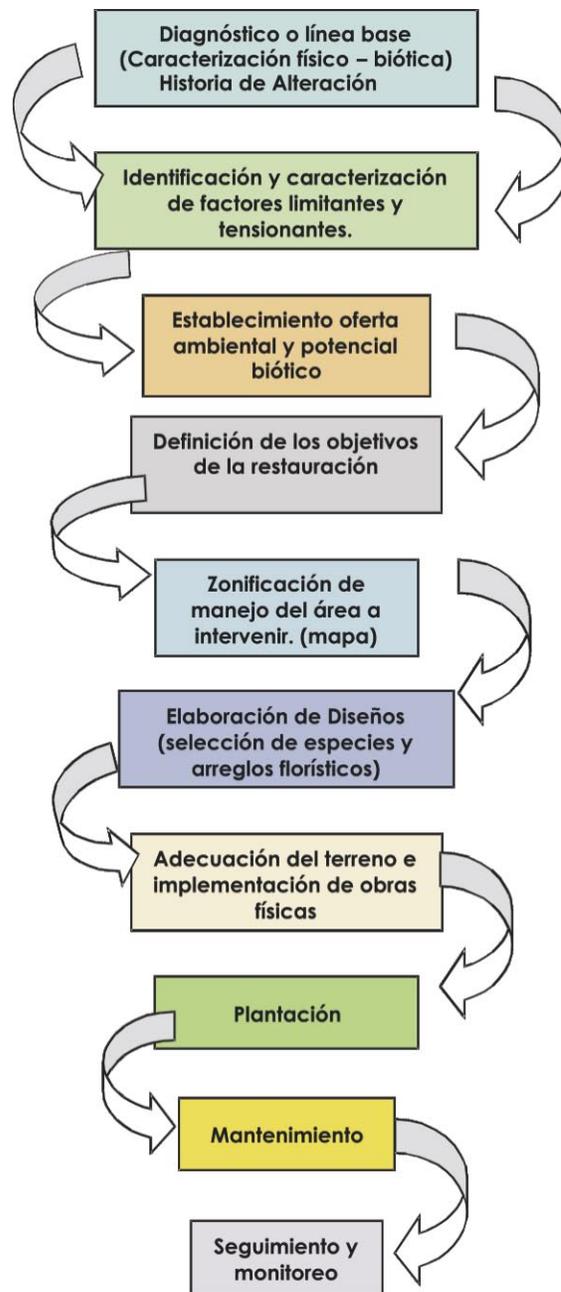


Fig. No. 13. Procedimiento para abordar un proyecto de restauración ecológica.

Para todos los modelos propuestos se presenta una fase de elaboración de diseños con propuestas generales de arreglos florísticos, las cuales pueden ser reemplazadas por algunas de las especies con similares características y posición sucesional propuestas en el anexo No. 5.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que a partir de la evaluación de la línea base y de la zonificación de manejo del área a restaurar, el usuario debe definir si se plantan todas las especies propuestas simultáneamente o por etapas a lo largo de un tiempo dado.

Con el primer modelo se desarrollan los principales pasos a seguir para ejecutar cualquier proyecto de restauración.

### 3.1. Restauración de áreas de ronda con presencia de agricultura.



Foto No. 6. Áreas de ronda afectadas por cultivos agrícolas.

Teniendo en cuenta las condiciones socioeconómi-

cas de muchos de los habitantes del área rural del Distrito, no es posible proteger con área boscosa toda el área de ronda y la zona de manejo y protección ambiental de una determinada microcuenca, por lo cual es recomendable adoptar prácticas de manejo en sus sistemas de producción que contribuyan a la infiltración del agua en el perfil del suelo favoreciendo la reducción de pérdidas por escorrentía que se verán más adelante. Este manejo permite el uso sostenido del suelo al favorecer el mantenimiento del nivel freático.

Para el desarrollo de un proyecto de restauración se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

#### 3.1.1. Análisis ambiental preliminar

Inicialmente se debe establecer, para el predio o sector involucrado, el porcentaje del área de ronda afectada, la altitud sobre el nivel del mar, la pendiente, las características físico químicas del suelo.

Igualmente, es importante determinar las **condiciones climáticas** (precipitaciones, humedad relativa, temperatura, etc.) a partir de la revisión de la información de las estaciones hidrometeorológicas cercanas al predio para los últimos años. Esta información es muy útil para establecer la caracterización hidroclimática de la cuenca, esencial en la toma de decisiones para proyectos de desarrollo. (oferta ambiental).

También se debe establecer la **historia de alteración del área** para un periodo que sea lo más amplio posible, a fin de identificar características físicas y bióticas ( fauna y flora ) del área quizás perdidas.

En este punto es importante establecer los **factores limitantes** y **tensionantes** que están afectando el área. En el anexo 6, se muestra una ficha descriptiva que puede ser usada en el levantamiento de la información básica del predio.

El **objetivo** de la **restauración**: En este caso corresponde a la reducción de las tasas de aporte de sedimentos, así como de micro y macro elementos a las microcuencas, con lo cual se reduce la contaminación aguas abajo, la recuperación de la continuidad del curso de agua y los ecosistemas

asociados, la generación de hábitats, la recuperación de la estructura horizontal y la función del área de ronda.

Posteriormente, se deben identificar el **potencial biótico** referido a los fragmentos de vegetación nativa existente dentro del área (Ver figura No. 14) y en sectores aledaños, con el fin de identificar ecosistemas de referencia que permitan seleccionar las especies nativas más recomendables para efectuar los diseños de restauración ecológica, al igual que determinar posibles plantas que puedan funcionar como fuentes de propágulos. Igualmente, identificar las principales especies de fauna (Potencial biótico).

Una vez realizado el levantamiento de la información, realizar la **verificación de la normatividad vigente** para el área de ronda en donde se desarrollará el proyecto, pues debe ceñirse a ella.

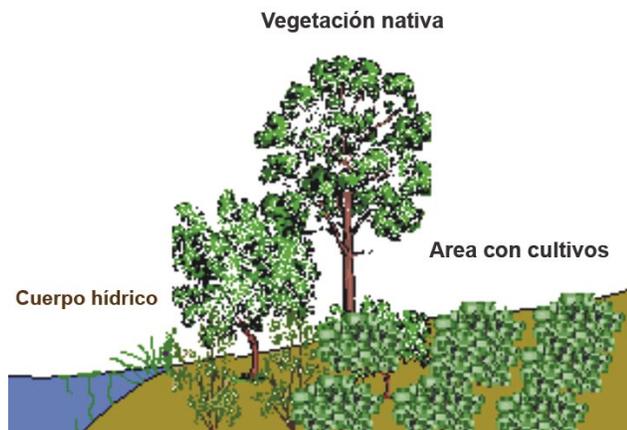


Fig. No. 14. Análisis ambiental preliminar del área de ronda.

### 3.1.2. Verificación del área a intervenir según reglamentación vigente.

Si el predio se encuentra ubicado en las siguientes localidades: Ciudad Bolívar, Usme, San Cristóbal, Santafé, Chapinero (exceptuando cuenca del río Teusacá) y Usaquén, el área de ronda y la zona de manejo y preservación ambiental se encuentra definida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá según el Artículo 141 del Acuerdo 6 de 1990. (Ver Anexo No. 7).

Si está ubicado sobre la cuenca del río Teusacá o las localidades de Suba o Sumapaz, acójase al Artículo 83 del Decreto 2811 de 1974 "Código de

los recursos naturales". Una vez realizada la anterior verificación, defina el área de ronda a intervenir. (Ver figura No. 15 y gráfico del anexo 9)

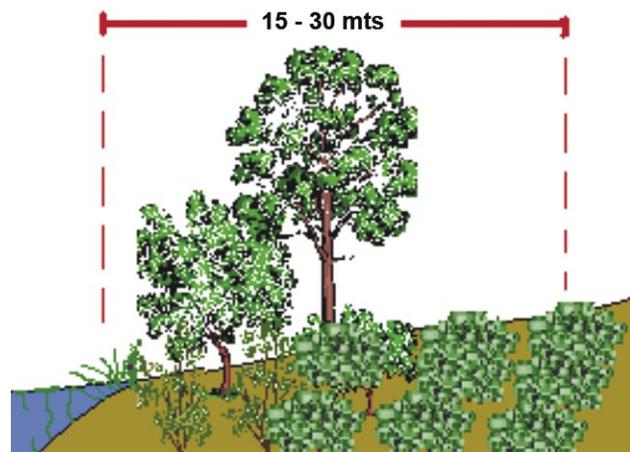


Fig. No. 15. Establecimiento del área de ronda según legislación vigente.

### 3.1.3. Zonificación de manejo

Consiste en ubicar el plano del área a intervenir las zonas a restaurar, a conservar y las que mantienen su uso actual con el propósito de establecer el espacio en donde se elaboran los diseños.

### 3.1.4. Elaboración de los diseños florísticos.

Este paso se considera como uno de los más importantes en el proceso de restauración, pues cuando se logra establecer una cobertura vegetal autosuficiente se garantiza el éxito del proceso.

Para poder garantizar el logro de los objetivos de la restauración en este caso es importante tener en cuenta los siguientes pasos:

#### a) Selección de especies.

Cada especie vegetal posee diferentes adaptaciones de acuerdo al ambiente en el que ha evolucionado, para el manejo de este escenario de restauración ecológica, las especies a usar deben tener un sistema radicular lo suficientemente adaptado a permanecer en suelos mal drenados, durante largos periodos con exceso de humedad, a soportar el

roce de sedimentos y otros materiales que puedan ser transportados por el agua y a resistir la fuerza del caudal cuando se presentan crecidas en época de lluvias.

En el anexo No.5 se encuentran las fichas técnicas de las especies recomendadas que cumplen con las características anteriormente mencionadas, haciendo parte de la vegetación nativa propia de ambientes riparios o bordes de quebradas de la sabana de Bogotá ( cordones riparios).



Figura No. 16. Procedimiento para la selección de especies a implementar en los arreglos florísticos en áreas de ronda. (Modificado guía de restauración de graveras IGME, 2000)

Inicialmente es necesario realizar una preselección de las especies a usar, teniendo en cuenta los siguientes criterios ( Ver figura No. 16):

- La altitud a la cual se encuentra el predio y el rango altitudinal en el cual se pueden desarrollar las especies inicialmente seleccionadas.
- La información que se recopiló en el análisis ambiental preliminar en cuanto a la existencia de vegetación en el cordón ripario y la cercanía con franjas mejor conservadas (priorizar las especies existentes en estas zonas).
- Que las especies a plantar puedan servir como alimento por sus frutos y semillas para las aves y mamíferos pequeños.

- Que las especies a plantar sean útiles como hábitat para la fauna, su follaje sea tupido y ofrezca condiciones ideales para la ubicación y construcción de nidos.
- Localización de las especies en el perfil horizontal de la ronda en el cordón ripario, ya que este último punto dará mayores garantías en cuanto a la estabilidad de la cobertura vegetal plantada de acuerdo a las siguientes zonas:

Zona 1. Ribereña permanentemente inundada.
Zona 2. Ribereña con un nivel freático superficial, inundable periódicamente.
Zona 3. Netamente terrestre, con un nivel freático superficial pero sin encharcamiento frecuente.

Tabla No. 2. Criterios relevantes para la selección de especies para la restauración de áreas de ronda.

- Es muy importante, aunque no es un factor restrictivo que las especies priorizadas se produzcan en los viveros de la zona, o que sus semillas o esquejes puedan ser propagados teniendo como fuente los individuos vegetales presentes en el cordón ripario.
- Otro factor a tener en cuenta en la selección de especies es que hayan sido exitosamente usadas en otros proyectos de restauración para áreas de ronda. (Consultar DAMA, Jardín Botánico).

Finalmente, en cuanto a este aspecto es básico buscar consensos en los aspectos económicos, sociales y culturales de la región, buscando que todo el proceso desde el mismo diagnóstico sea participativo.

### **b) Elaboración de arreglos florísticos.**

Una vez se ha realizado la selección de especies a usar según los criterios anteriormente establecidos es importante elaborar los diseños que permitan conocer cómo se distribuirán estas especies dentro del cordón ripario, es decir, cual va al lado de cual, porque y a que distancia se deben plantar. La elaboración de estos diseños, previo a la plantación permitirá optimizar los resultados de la restauración.

Una vez definidas las especies y elaborado el diseño, por conteo es posible establecer el número de individuos por especie a utilizar.

Posterior a la selección de las especies que van a ser usadas según el área a intervenir es importante verificar en el anexo No. 5, su función, es decir, si es precursor leñoso o inductor climático, su porte y el área de copa.

Por ejemplo:

**El Aliso** => Precursor leñoso, árbol 15 m. y el área de copa alcanza entre 10 y 12 m. en estado adulto.

**Raque** => Precursor leñoso, arbolito 6 m - árbol 16 m. y el área de copa alcanza entre 6 y 8 m.

**Garrocho** => Inductor preclimático, arbolito 4 - 8 m y el área de copa alcanza entre 4 y 6 m.

**Chusque** => Inductor preclimático.

El Chusque soporta suelos anegados constantemente, así que pueden ubicarse en la franja de control de evaporación; adicionalmente, por la estructura que poseen los dos inductores preclimáticos (chusque y garrocho) se favorecen la conservación de la humedad.

Las otras especies mencionadas soportan suelos con un nivel freático alto e inundaciones periódicas. La ubicación de una con relación a la otra va a depender de dos factores: La función y el área de copa.

En cuanto a la función es importante resaltar que la restauración es una sucesión asistida, entonces, la plantación de las especies en diseño deberá llevar un orden sucesional (Ver figura No. 17). Los precursores leñosos suelen tener un crecimiento rápido que modifica las condiciones iniciales facilitándole la llegada a los inductores preclimáticos que poseen un crecimiento más lento, entonces se necesita que los primeros apoyen la llegada y el crecimiento de los segundos.

Teniendo en cuenta el modelo presentado en el Protocolo Distrital de Restauración (2000) la sucesión vegetal, responde a un modelo de progresión fisionómica sucesional ( desarrollo en forma y tamaño de la vegetación), denominado **esquema seral básico**, donde las etapas están definidas por biotipos característicos ( hierbas, arbustos, árboles,

etc.) y las fases de cada etapa ( colonización, agregación, consolidación).

El esquema seral básico es un modelo para el diagnóstico y manejo de la regeneración natural, útil como insumo dentro de las técnicas de restauración ecológica.

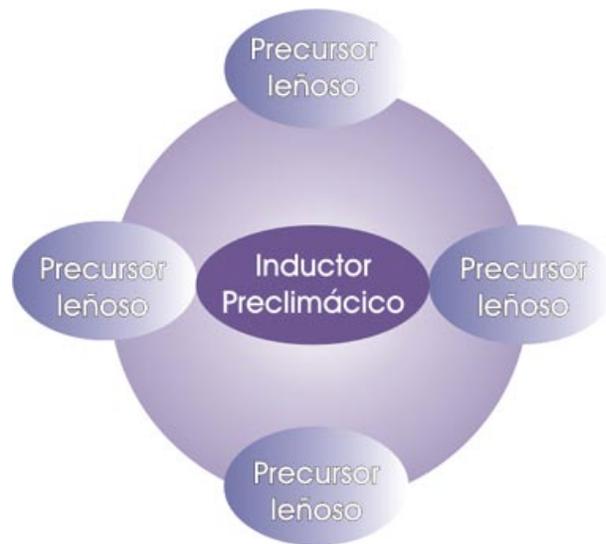


Fig. No. 17. Distribución de las especies según su función en un arreglo florístico.

Los **precursores leñosos** corresponden a las primeras especies que aparecen y generalmente son árboles y arbustos pioneros ( arrancan sobre suelo desnudo), corresponde a la primera serie ecológica de desarrollo del bosque.

Los **inductores** son poblaciones dominantes de los rastrojos y bosques, que se introducen en el proceso intermedio o la final del proceso.

La propuesta presentada en el Protocolo Distrital de Restauración es muy general, y en este sentido el usuario debe analizar el objetivo de la restauración, pues no siempre la tendencia sucesional es la de generar una matriz boscosa.

Por otra parte, el área de copa permite establecer el distanciamiento entre una especie y otra para la realización de la plantación, aunque para el caso de la restauración se puede permitir que una copa se traslape con otra. (Ver figura No. 18):

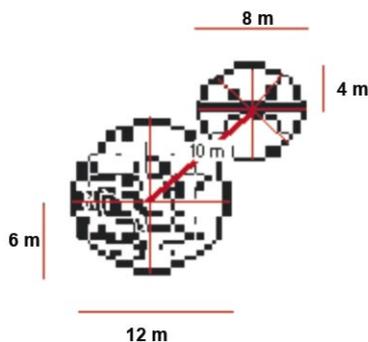


Fig. No. 18. Distribución de las especies según su área de copa en un arreglo florístico.

Muchas especies pueden quedar entremezcladas unas con otras aunque en algunas ocasiones especies que son exigentes en luz, suelo y agua deben ubicarse en donde encuentren estos requerimientos básicos para su desarrollo dentro del diseño.

A continuación se proponen algunos arreglos florísticos que pueden ser implementados para el manejo de este escenario de restauración.

### Arreglo florístico No. 1

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Vallea stipularis* (Raque) + *Viburnum* spp (Garrocho) + *Alnus acuminata* (Aliso) + *Escallonia paniculada* (Tibar) + Frutal.

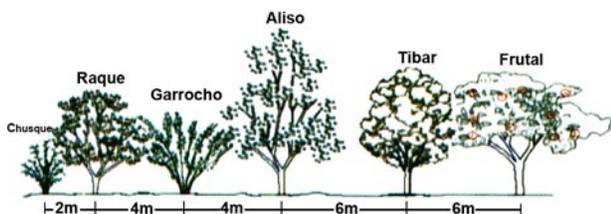


Fig. No. 19. Arreglo florístico No. 1 para áreas de ronda afectadas por agricultura.

El anterior arreglo florístico (Figura No. 19) funciona entre los 2600 y los 3100 m.s.n.m por encima de esta franja altitudinal, se recomienda suprimir el aliso. **En la zona 1** se plantarían el chusque y el raque, el chusque ayuda a mantener la humedad en esta área y el raque en esta ubicación ayuda al establecimiento del garrocho y funciona como fuente de alimento para insectos y aves. **En la zona 2**, los frutos del Garrocho sirven como alimento para las aves, el Aliso facilita el establecimiento del garrocho y el Tíbar, adicionalmente aporta Nitrógeno al suelo y sirve como fuente de alimento para los insectos; **en la zona 3**, el Tíbar demarca la zona de protección y sirve como especie ornamental, adicionalmente contribuye a mejorar la

infiltración. Finalmente los frutales, que son cultivos de rendimiento tardío, sirven de límite visual entre la franja netamente protectora y el área productora, proporcionan alimento a las aves, los insectos y al hombre y funcionan como una fuente alternativa de ingresos.

La anterior franja además de proporcionar cobertura al suelo, sirve como barrera protectora y propicia la conformación de corredores biológicos para la fauna, ya que les proporciona hábitat y alimento.

### Arreglo florístico No. 2

- *Rubus floribundos*. (Moras) + *Cordia lanata* ó *Cordia cylindrostachya* (Gomo) + *Alnus acuminata* (Aliso) + *Vallea stipularis* (Raque) + frutal.

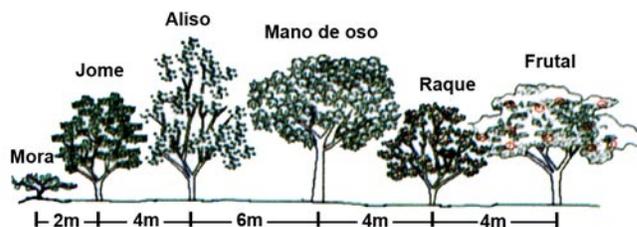


Fig. No. 20. Arreglo florístico No. 2 para áreas de ronda afectadas por agricultura.

### Arreglo florístico No. 3

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Alnus acuminata* (Aliso) + *Piper* spp. (Cordoncillo) + *Solanum oblongifolium* (Tomatillo) + *Baccharis latifolia* (Chilco) + Frutal.

En el anexo No. 5 se presenta un listado de especies que puede ser usado para la realización de otros arreglos florísticos.

### 3.1.5. Adecuación del terreno.

Una vez definida el área de ronda a intervenir dentro del proceso de restauración ecológica, se procede a realizar la adecuación del sustrato para la plantación, el cual deberá proporcionar un buen sistema de drenaje, un suministro adecuado de nutrientes y la reducción de la acidez o alcalinidad según el tipo de suelo. A continuación se describen algunas técnicas para la adecuación del terreno.

#### a) Manejo de drenajes

El control y el restablecimiento de la red de drenaje en un área donde se va a realizar una restauración

es un componente importante de la misma ya que minimiza la erosión, la pérdida de suelo y minimiza la tasa de aportes de sedimentos. Los drenajes se deben adecuar siguiendo las curvas de nivel y teniendo en cuenta la pendiente del lugar donde se van a implementar.

A continuación se describen algunos tipos de drenaje que pueden ser usados según las características del terreno a intervenir dentro del proceso de restauración ecológica:

- **Zanjillas de absorción:** (Ver Fig. No. 21) Esta es una obra temporal, que puede construirse en zonas donde la precipitación no sea muy alta, en suelos de texturas gruesas y sin estructura con el objetivo de facilitar la retención de la humedad. En suelos sueltos o arenosos, deben construirse muy superficialmente. En suelos sueltos con capas poco permeables y en zonas lluviosas no se recomienda su construcción pues en cambio de solucionar un problema de drenaje se crea uno.

### ZANJILLAS DE ABSORCIÓN

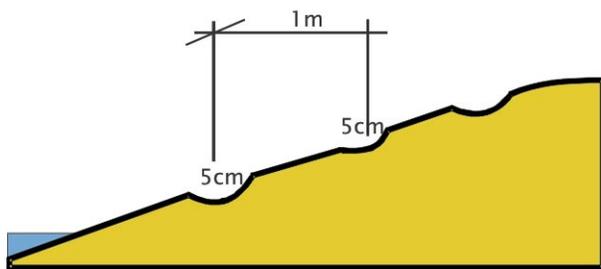


Fig. No. 21. Zanjillas de absorción.

Las Zanjillas de absorción, son pequeños surcos contruidos a intervalos cortos ( 1 m) los cuales se trazan siguiendo las curvas de nivel, con un azadón o una herramienta similar. Estas zanjias tienen una profundidad que oscila entre 5 – 10 centímetros y no deben presentar desnivel lo que facilita que el agua se infiltre. Debido a su tamaño se sedimentan y borran fácilmente, por lo cual deben considerarse como obras temporales que es necesario limpiar o mantener periódicamente.

- **Zanjas de drenaje:** (Ver Fig. 22) Pueden ser implementadas en zonas con altas tasas de precipitación, y en suelos con pendientes superiores al 40%, igualmente pueden ser contruidas en suelos

poco profundos, que no permitan la excavación de acequias o canales. En suelos arcillosos favorecen el drenaje.

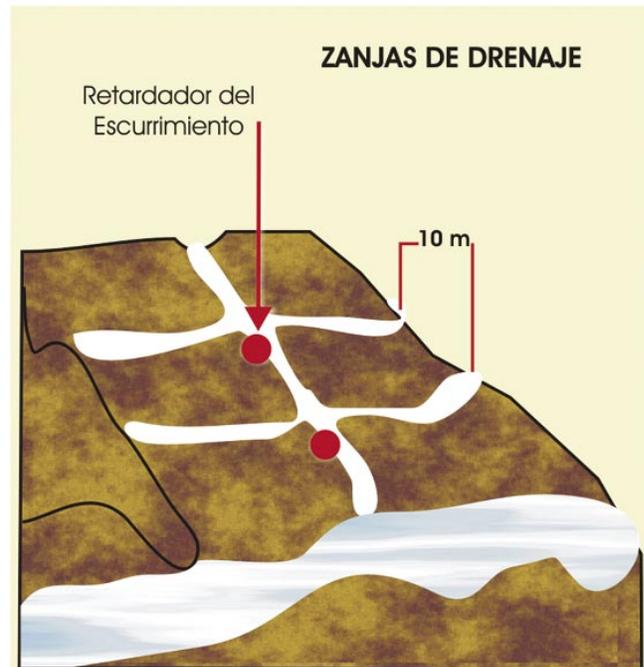


Fig. No. 22. Zanjas de drenaje.

Son similares a las zanjillas de absorción, solo que al construirse se debe tener la precaución para que queden con una pendiente que oscile entre el 0.5 y el 2%. Adicionalmente, según se incremente la pendiente del terreno y la cantidad de agua de escorrentía se realizan a intervalos que oscilan entre 2 y 10 m , siendo menor la distancia cuanto mayor es la pendiente del terreno.

- **Acequias de ladera:** Son aconsejables en zonas de altas precipitaciones y en áreas con suelos pesados, poco permeables, donde hay exceso de escorrentía, y en suelos susceptibles a la erosión con pendientes hasta 40 % y longitudes largas.

Como se observa en la Figura No. 23, las acequias son pequeños canales de 30 centímetros de ancho en el fondo (plantilla) y con taludes 1:1 en suelos estables, hasta 3:1 en suelos más inestables o susceptibles a la erosión. El desnivel oscila entre el 0,5 y el 1% y la profundidad es la que mayormente determina la capacidad de descarga. Se contruyen siguiendo las curvas de nivel, a intervalos que varían según la pendiente.

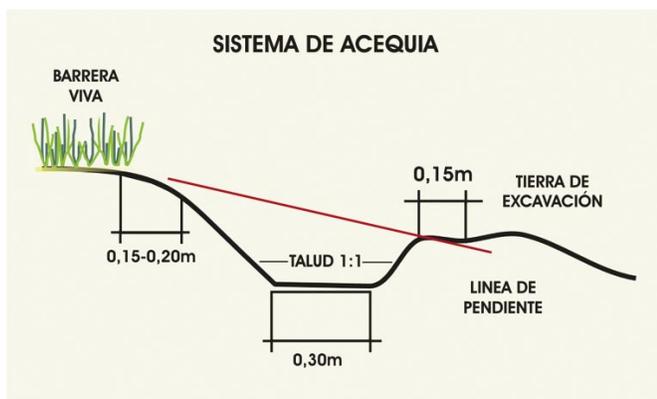


Fig. 23. Sistema de acequia. Fuente. Manual técnico para el manejo integral de cuencas hidrográficas. Convenio SENA-MINAMBIENTE( (1997)

Se trazan y construyen desde el desagüe hacia arriba, asegurándose que el fondo quede lo suficientemente alto sobre el desagüe (20-40 cm) para que el agua que baje por éste no penetre a las acequias, o las represe.

DESNIVEL DE LA ACEQUIA (S)	PROFUNDIDAD METROS(D)	DESCARGA (Q) EN LITROS POR SEGUNDO
0,5 %	0,10	10,6
	0,12	22,1
	0,15	37,5
	0,18	57,5
	0,21	81,5
1 %	0,10	15,0
	0,12	32,0
	0,15	55,5

Tabla No. 3. Acequias de ladera de 0,30 metros de plantilla, talud 1:1. Fuente: Manual de conservación de suelos de ladera, 1ª Edición. Chinchiná (Colombia), Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1978.

### b) **Enmiendas y mejoras edáficas.**

El suelo donde se realizarán las plantaciones debe cumplir con ciertas características edáficas en cuanto a estructura y composición química del suelo que facilite el proceso de revegetalización, en caso de no cumplirlas, pueden ser suministradas enmiendas o mejoras edáficas.

Antes, de realizar el suministro de las enmiendas, se debe analizar la oferta de nutrientes del sustrato y algunas características físicas del mismo, los requerimientos de los individuos vegetales a plantar y el costo.

Generalmente, el uso de enmiendas y mejoras edáficas tiende a suministrar materiales orgánicos y nutrientes al suelo, dando comienzo al proceso de restauración.

Existen dos tipos de enmiendas y mejoras de suelo que se describen a continuación:

**Fertilización orgánica:** La materia orgánica posee características físicas que mejoran la capacidad de retención, la disponibilidad de agua en el suelo, la estabilidad, la estructura y propiedades químicas que aportan elementos al suelo facilitando su tasa de cambio. Adicionalmente, permite recuperar suelos a bajo costo y disminuye los riesgos de contaminación.

Como fuentes de materia orgánica se presentan las siguientes :

- **Abono proveniente de los corrales:** excrementos de ganado vacuno, porcino y de aves. Se usa seco y/o mezclado con cal. Es posible que contenga altos porcentajes de amonio como ocurre con los excrementos de los pollos o que se encuentre contaminado, por lo tanto su uso requiere de un detallado estudio antes de su aplicación.

- **Desperdicios y subproductos de la agricultura:** Material vegetal restante que queda después de recoger las cosechas, bagazo y malezas. Se deja cubriendo la superficie del suelo y posteriormente incorpora manualmente antes de realizar la plantación.

- **Compost:** Es el resultado de la descomposición de residuos vegetales y animales (Humus). Es un abono completo, de bajo costo y de fácil preparación para lo cual se puede usar tamo, estiércol, aserrín, residuos de cosechas, y demás residuos vegetales a disposición; luego se mezclan con cal y tierra, teniendo la precaución de colocarlos por capas homogéneas. Una vez colocadas todas las capas se cubren con una pequeña porción de tierra, ramas, hojas o costales de fique.

Las bacterias y otros organismos del suelo forman humus mediante la descomposición de los residuos. La formación del humus se ve fomentada por una buena ventilación, un removido frecuente y un grado

de humedad suficiente.

**Mulch:** Colchones de paja o heno que se colocan sobre el terreno con el objetivo de suministrar materia orgánica y nutrientes. Esta capa se deja de manera constante sobre el suelo ayudando a retener los sedimentos y a controlar la erosión.

**Fertilizantes inorgánicos:** Son una forma fácil de aportar nutrientes, aunque en algunas ocasiones un más costosos y contaminante. Este tipo de fertilizantes favorece el ciclo de nutrientes y aumenta su capacidad de retención.

- **Nitrógeno (N)** => Es uno de los elementos nutritivos básicos para el desarrollo de las plantas durante todo su ciclo vegetativo; este elemento puede encontrarse en forma de nitrato amónico, Urea, Sulfato de amonio, Cloruro amónico, Nitrato de sodio y amoniaco.

Adicionalmente, la atmósfera posee aproximadamente un 79% de nitrógeno, el cual puede ser incorporado al suelo por medio de la plantación de especies leguminosas como la alfalfa, el trébol, el aliso, la Vicia entre otros que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico debido a que en sus raíces poseen una simbiosis con bacterias de género *Rhizobium*.

- **Fósforo (P)** => Suele ser uno de los elementos cuya disponibilidad es más baja en el suelo. Posee un papel más limitante para el crecimiento vegetal cuando se encuentra en muy reducidas proporciones en el suelo, pero cuando se encuentra en mayor proporción puede generar problemas de incremento en la cantidad de nutrientes en los cuerpos de agua cercanos. En suelos ácidos forma compuestos insolubles de hierro y aluminio y en suelos básicos de calcio. El fósforo debe añadirse al suelo únicamente cuando se determine su deficiencia. Este elemento puede encontrarse como roca fosfórica, fosfato de amonio y ácido fosfórico.

- **El potasio (K)** => Se constituye en el tercer elemento en importancia para el desarrollo de la vegetación. Puede encontrarse como Cloruro potásico, sulfato potásico, Nitrato de potasio y sulfato de magnesio potásico.

Pueden encontrarse en el mercado fertilizantes compuestos que contienen los tres elementos (N:P:K) ya sea en igual proporción como es el caso del triple quince o en diferentes concentraciones como el 10-30-10, 13-26-6 y el 10-20-20, los cuales pueden ser aplicados según las características de cada suelo.

### **c) Corrección de pH.**

Cuando se va a realizar una plantación en una determinada área es muy importante verificar el pH del suelo, pues cuando éste es muy ácido, pueden liberarse metales pesados que afectan la disponibilidad de fósforo, disminuyen la capacidad de retención del agua y generan problemas en el intercambio de nutrientes.

Para manejar estos suelos se recomienda el uso de enmiendas a base de roca caliza, cal viva o carbonato cálcico. El uso de Cal además de regular el pH, aporta calcio al suelo, mejora la eficacia de los fertilizantes, favorece la tasa de descomposición de la materia orgánica y mejora las condiciones físicas del suelo.

La cal se puede aplicar al suelo en cualquier época del año, teniendo la precaución de evitar los días de viento pues se pueden producir pérdidas y falta de uniformidad en la distribución final. Esta se esparce y se incorpora con el suelo; la cal se va eliminando por absorción de las plantas y la lixiviación.

Finalmente, para el manejo del sustrato se recomienda no dejar el suelo totalmente descubierto después de haberse recogido la cosecha y antes de iniciar la restauración, pues puede generarse pérdida de suelo que va a terminar contaminando el agua de la fuente hídrica más cercana con sedimentos, se debe cubrir siempre el suelo con la materia orgánica sobrante de las plantas de la cosecha, de tal manera que se establezca sobre el suelo un colchón que lo proteja contra la erosión.

### **3.1.6. Plantación.**

Antes de llevar a cabo la plantación de los individuos vegetales es importante tener en cuenta que el sitio cuente con las condiciones básicas que permitan la supervivencia y adaptación del material vegetal al medio, tener los diseños previos en donde se conoz-

ca el número de especies a plantar, las densidades de siembra y por su puesto la aceptación por parte de la comunidad para que se comprometan con su cuidado.

Igualmente es conveniente verificar la época del año ya que las características climáticas de la zona en el momento de realizar las siembras influyen directamente en el éxito de la adaptación de la cobertura vegetal.

La mejor época para llevar a cabo la plantación de las zonas 2 y 3 de la ronda debe coincidir con el inicio de los meses lluviosos, pues se garantiza a la planta la humedad suficiente que le facilitará su desarrollo. Se recomienda plantar las especies de la zona 1 en el periodo seco antes de la época de invierno para que las plantas tengan la posibilidad de anclarse naturalmente (enraizado) y en el invierno soporten el embate de las aguas ante una crecida. Estas situaciones se pueden prever con el estudio del comportamiento de la quebrada en años anteriores.

• **Plantación de Chusques y Juncos en las márgenes inundadas:**

Los rizomas y esquejes de los ejemplares de estas especies pueden obtenerse directamente de otros carrizales y juncos cortando su parte aérea. Los rizomas y esquejes (Ver figura No. 24) se introducen de tres en tres en hoyos de 30 cm de profundidad en la línea de nivel medio del agua, permitiendo que emerja del suelo la parte aérea.



Fig. No. 24. Diagrama para la plantación de Chusques y Juncos en las márgenes inundadas del área de ronda.

Otra forma de plantarlos que les garantiza más adherencia al sustrato corresponde al uso de estacas, es decir, se excava una zanja de 40 cm de

ancho y de 30 cm de profundidad, en el borde de la zanja que limita con el cauce, luego se anclan unas estacas de madera de 50 cm de largo en el fondo de la zanja y se deposita algún material de relleno como piedras o gravas; luego, con tierra que se retiró de la zanja se rellena y se introducen los esquejes ó estolones teniendo la precaución de dejar las yemas y extremidades de crecimiento por fuera del agua.

• **Plantación de árboles y arbustos**

Para la realización de este punto es muy importante que el material vegetal a usar posea un buen estado nutricional y sanitario que garantice el establecimiento de la vegetación; también es relevante que las plantas a ser usadas posean un buen desarrollo radicular.

El adecuado manejo de las plantas desde el vivero hasta el área donde se van a implementar los diseños de restauración es fundamental para su posterior adaptación, ya que durante el manejo, almacenamiento y transporte previos a la siembra las plantas pueden sufrir un estrés severo que les provoque la marchites permanente.

Con relación al transporte, este se debe realizar en un vehículo adecuado, el cual puede estar cubierto para evitar que el aire las quiebre y reseque. Otras consideraciones son la hora del día (se prefiere horas de la mañana) para su traslado y la humedad del sustrato.

Se sugiere la plantación de individuos que posean entre 0.50 m y 1.5m de altura contados desde la base del tronco hasta la parte superior de la planta (Figura No. 25) , el uso de material vegetal de este porte aumenta las probabilidades de supervivencia y genera un efecto visual más rápido.

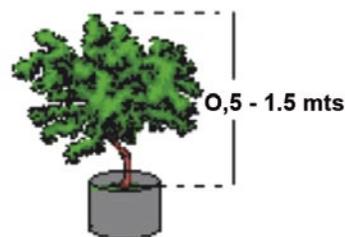


Fig. No. 25. Tamaño sugerido de árboles y arbustos a usar en la implementación de los diseños de restauración.

El tamaño de la bolsa del material vegetal puede oscilar según la especie a plantar entre 40 x 30, 30 x 30 y 30 x 20.

Una vez se tiene el material vegetal se procede a preparar el terreno; se inicia con la adecuación y limpieza que consiste en el retiro de los residuos y demás elementos obstructivos del área donde se realizará la plantación. Posteriormente se procede a realizar el **trazado** (Figura No. 26), es decir a demarcar con estacas, la distribución geométrica de cada individuo vegetal a plantar según el diseño previo.

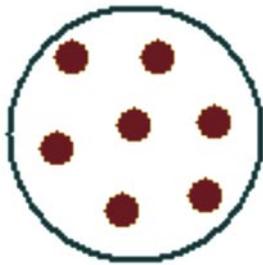


Fig. No. 26. Trazado de los hoyos para la plantación según diseños y arreglo florístico.

Otros sistemas de trazado para la realización de las plantaciones son:

• **Cuadro:** (Figura No. 26) Se recomienda para terrenos de poca pendiente (menos del 5%), como desventaja tiene que no protege al suelo contra la erosión.

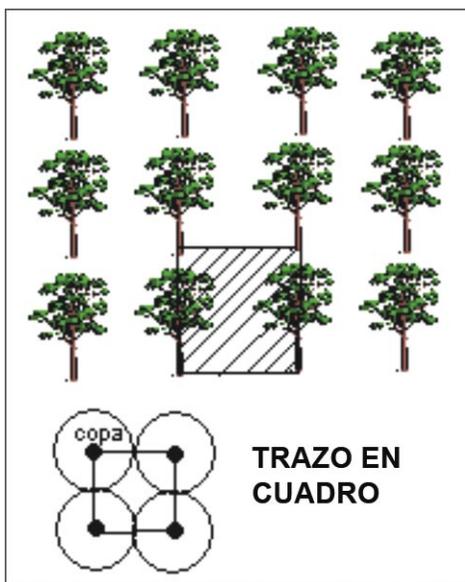


Fig. No. 27. Trazado en cuadro para la plantación de material vegetal en áreas de ronda.

• **Triangulo o al tres bolillo:** (Figura No. 28) Consiste en sembrar los individuos vegetales en cada lado de un triangulo equilátero, es decir, de lados iguales, siguiendo las curvas de nivel. Este sistema de trazo es el más utilizado ya que disminuye el proceso de erosión causada por la escorrentía superficial y la fuerza de los vientos. Adicionalmente este sistema de plantación aumenta en número de individuos por superficie a cubrir en un 15 % aproximadamente.

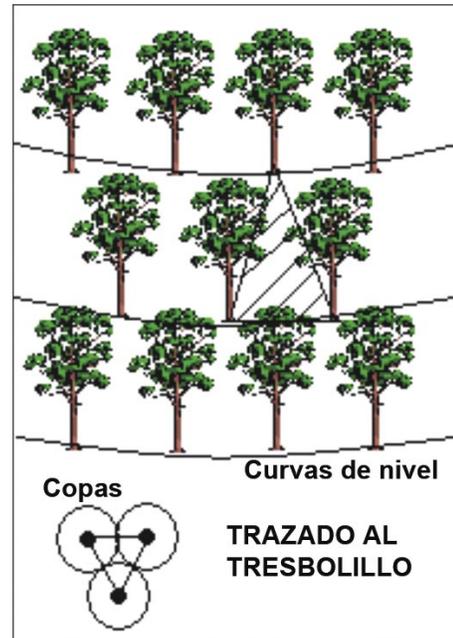


Fig. No. 28. Trazado al tres bolillo para la plantación de material vegetal en áreas de ronda.

Para calcular el número de individuos a plantar teniendo en cuenta este tipo de trazado, se tiene la siguiente formula:

donde:

N= Número de individuos a plantar

S = Metros por hectárea.

d= Distancia entre individuos.

K= Constante 1.154 para trazado al tres bolillo.

$$N = \frac{S}{d}$$

Ejemplo: Cuantos árboles se pueden trazar en una hectárea, teniendo en cuenta que la distancia entre individuos es de 3 x 3.

$$N = \frac{S}{d} * 1.154 = \frac{10.000m}{3 \times 3} * 1.154 = \frac{10.000}{9} * 1.154 = 1282 \text{ árboles tres bolillos}$$

**1111 arb/Ha\*1.154= 1282 árboles tres bolillos**

Una vez definido el trazado, se continua con la realización del **plateo**, (Figura No. 29) que consiste en retirar la cubierta que posee el sustrato (pasto o

hierba) en un radio de 50 cm a partir de punto marcado con la finalidad de disminuir la competencia por luz y nutrientes para la planta a establecer.

Este plateo debe realizarse cada dos meses durante los primeros seis meses después de la plantación mientras se logra la adaptación del individuo vegetal al medio. Este procedimiento inicial garantiza el desarrollo del material plantado.

### PLATEO

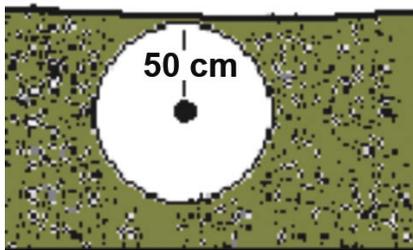


Fig. No. 29. Esquema para la realización del plateo.

Después de realizado el plato se inicia la labor de **ahoyado** (Figura No. 30) que consiste en abrir los hoyos donde se plantará el material vegetal, estos tendrán una dimensión de 50 x 50 x 50 cm, es importante tener en cuenta que en suelos muy compactados el árbol se ve favorecido con un tamaño del hoyo más grande.

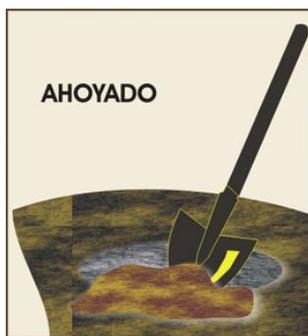


Fig. No. 30. Esquema para la realización del ahoyado.

Posterior a la realización del hoyo se procede a completar los espacios entre el hoyo y el árbol **con tierra negra mezclada con cascarilla de arroz** según las necesidades del suelo. La cascarilla deberá ser limpia y no contener ningún tipo de desechos.

Luego se realiza la **plantación** de acuerdo a la distribución preestablecida en los diseños y el trazado demarcado (Figura No. 31). Las plántulas deben regarse antes de llevarlas al sitio de plantación. En el sitio, se debe **retirar la bolsa** con mucho cuidado, después se sitúa la planta en el centro del hoyo y verticalmente, teniendo cuidado que el nivel del cuello de la raíz coincida con el nivel del suelo se siembra. Posteriormente se llena con tierra fértil el espacio sobrante.

### SIEMBRA



Fig. No. 31. Esquema para la realización de la siembra.

Para finalizar este paso se presiona un poco el suelo alrededor del árbol, para eliminar bolsas de aire y buscando que el árbol conserve la posición vertical que traía en la bolsa o capacho el cual debe retirarse.

### 3.1.7. Mantenimiento posterior a la implementación.

Con el objetivo de lograr óptimos resultados es preciso brindarle atención y cuidados especiales a la plantación durante todo el período de desarrollo que puede llegar a 2 - 3 años. A continuación se mencionan los cuidados y tratamientos culturales para mantener en buen estado la plantación.

- **Riego:** Las plantaciones solamente pueden arraigarse si el suelo tiene suficiente humedad. Por tanto se recomienda según la zona donde se ha plantado el material suministrar riegos periódicos (20 lts por árbol aprox.) durante la primera temporada de crecimiento (aprox. 6 primeros meses), para lograr una alta tasa de supervivencia.
- **Fertilización:** Se deberán efectuar chequeos

semestrales para asegurarse que las plantas no presentan deficiencias en nutrientes; en caso de que se presente amarillamiento foliar, disminución en tamaño, pérdida de hojas y material vegetal muerto, se deberá aplicar fertilizantes de preferencia orgánicos.

- **Replante:** Aunque las plantaciones se realicen con cuidado, siempre mueren algunos individuos, debido a daño de las raíces, mal llenado o apisonado del hoyo, mala preparación del sitio, etc. Cuando las pérdidas son superiores al 5% de los individuos plantados, conviene reponerlos oportunamente.

### 3.1.8. Control de tensionantes.

Dentro de este modelo es muy importante el control de factores tensionantes causados por el exceso en el uso de plaguicidas y fertilizantes.

Para el manejo de estos tensionantes se recomienda administrar estos químicos a los cultivos únicamente cuando sea necesario y en las concentraciones adecuadas, ya que los sobrantes generalmente van a parar al curso de agua.

Igualmente se puede construir una acequia delimitando la ronda de tal manera que el agua proveniente de los cultivos cercanos llegue primero a este canal y permita el proceso de sedimentación de los mismos. La acequia se construye siguiendo los lineamientos dados en las obras de adecuación del terreno.

Como complemento del proceso de restauración ecológica para áreas con agricultura se recomienda lo siguiente:

- Utilizar una adecuada población de plantas para cada cultivo agrícola.
- Combinar los cultivos en una misma área en rotaciones y asociados que contribuyan a producir y mantener más biomasa sobre el terreno.
- Sembrar plantas de cobertura, principalmente gramíneas de relación Carbono/Nitrógeno elevada (Avena, Soya), combinándolas con leguminosas para el suministro de nitrógeno.
- Mantener los rastrojos sobre la superficie del suelo.
- Eliminar las quemadas.
- Priorizar el uso de productos orgánicos y tratar de

reducir el manejo de pesticidas tóxicos y de alta residualidad en el ambiente.

- Aplicar los fertilizantes y pesticidas en las concentraciones adecuadas de tal manera que no queden excedentes en el suelo que por el lavado e infiltración vayan a terminar en el cauce.
- Disponer de manera adecuada los envases de los productos agroquímicos.
- No lavar los envases, ni las bombas directamente en el nacedero o en el cauce de agua.
- Establecer cadenas de uso múltiple del agua que contemplen la recolección y aprovechamiento de las aguas de escorrentía, la conducción de las aguas negras a pozos sépticos y el uso de las aguas grises en algunos procesos en la agricultura entre otros.

## 3.2. Restauración de áreas de ronda con presencia de pastoreo.



Foto No. 7. Áreas de ronda con presencia de pastoreo.

La restauración ecológica en estos casos tiene como objeto proteger el suelo de la erosión, descompactarlo, mejorar el drenaje y la aireación, contribuir a la regulación hídrica, aumentar con especies nativas la diversidad, la oferta alimenticia y reducir la tasa de evaporación.

Para la restauración de áreas de ronda con presen-

cia de pastoreo se seguirá el mismo procedimiento general que para áreas con presencia de agricultura, el cual se complementará en cada ítem con los siguientes pasos:

### 3.2.1. Análisis ambiental preliminar

Adicional al análisis ambiental preliminar ya planteado se deberán identificar las zonas que posean compactación del suelo.

### 3.2.2. Elaboración de los diseños florísticos.

#### a) Selección de especies

Para la selección de especies a usar en la restauración de áreas de ronda con presencia de pastoreo, adicionalmente a los criterios manejados en el modelo anterior se recomienda el uso de especies que cumplan con las siguientes características:

- Baja palatabilidad: Especies que por contener altos contenidos silíceos o por ser amargas no son consumidas por el ganado.
- Tóxicas: Especies que el ganado reconoce fácilmente y evita.
- Que posean adaptaciones morfológicas agresivas: Espinas y bordes cortantes.
- Que posean propiedades Urticantes.
- Enmarañantes.
- Que favorezcan la conformación de matorrales a partir de pastizales.
- Que su sistema radicular se adapte a un suelo compactado o que ayude a airear y descompactar.

Algunos ejemplos de diseños florísticos propuestos para este modelo de manejo:

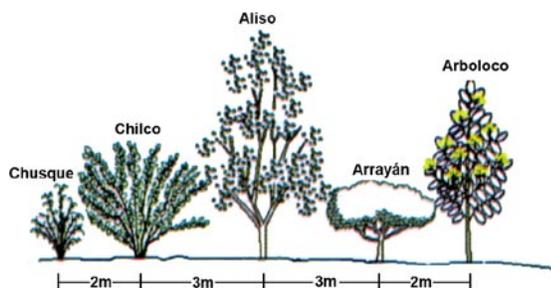


Fig. No. 32. Esquema horizontal arreglo florístico para áreas afectadas por pastoreo.

### Arreglo Florístico No. 1

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Baccharis latifolia* (Chilco) + *Alnus acuminata* (Aliso) + *Mircianthes leucoxylla* (Arrayán) + *Montanoa quadrangularis* (Arboloco).

**En la zona 1.** Del área de ronda (Ver Figura No. 32) el chusque ayuda en el control de la evaporación y el Chilco facilita el establecimiento del Aliso y el Arrayán, adicionalmente esta última posee un sistema radicular que ayuda a descompactar el suelo.

**En la zona 2** del área de ronda el Aliso, ayuda a preparar el suelo para el establecimiento del Arrayán, el cual es igualmente ayudado por el Arboloco, especie que según Funk, (1982) en Calle, (2001) posee una médula suave que se desintegra dejando troncos huecos, rectos y muy durables que son utilizados para la construcción de viviendas, depósitos, instalaciones pecuarias, corrales y muebles. Tiene una tasa de rebrote alta, y es muy usada por los campesinos para la protección de microcuencas y nacederos.

### Arreglo Florístico No. 2

- *Rubus* spp. (Mora) + *Piper* spp. (Cordoncillo) + *Eupatorium agustifolium* (Jome) + *Miconia squamulosa* (Tuno esmeraldo) + *Ageratina aristeei* (Amargoso). (Fig. No. 33)

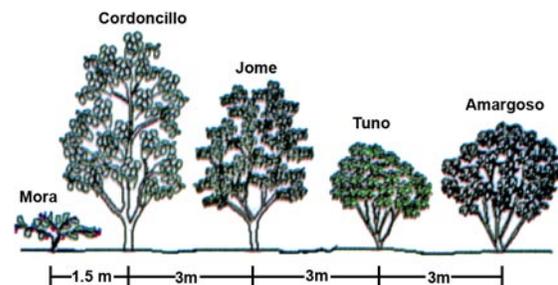


Fig. No. 33. Esquema horizontal arreglo florístico para áreas afectadas por pastoreo.

### Arreglo Florístico No. 3

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Viburnum* spp (Garrocho) + *Vallea stipularis* (Raque) + *Xylosma spiculiferum* (Corono) + *Ageratina aristeei* (Amargoso)

### 3.2.3. Adecuación del terreno.

La ganadería no tecnificada genera problemas de compactación del suelo, especialmente en las áreas

de ronda en donde en la mayoría de los casos el material predominante del sustrato esta compuesto por arcillas y limos.

La compactación se encuentra directamente relacionada con dificultades en el drenaje y con la pérdida de la estructura del suelo, el cual experimenta un aumento en densidad, que genera problemas en el crecimiento radicular de la plantas, y reduce el movimiento del aire y del agua dentro del mismo. Por tanto, adicional al procedimiento de adecuación del sustrato ya mencionado, si es el caso se hace necesario realizar una descompactación del sustrato en el que va a realizar la plantación, con el fin de garantizar el éxito de la restauración.

La compactación generalmente no se manifiesta de manera notoria en los primeros 20 a 30 cm del suelo, ya que en esta zona suele existir un contenido alto de materia orgánica que genera resistencia a la misma.

Aunque para la plantación se pueden hacer los ploteos, el ahoyado y después plantar directamente en el lugar cubierto por pastos, si la situación lo permite se recomienda realizar una descompactación del suelo que puede hacerse de dos formas:

- **Usando un escarificador** e incorporándole al suelo materia orgánica.
- **Mediante el uso de abonos verdes**, los cuales además de descompactar, mejoran la aireación y le aportan materia orgánica al suelo; esta opción resulta ser excelente para la preparación del suelo, ya que contribuye a mejorar física y químicamente el terreno, lo que garantiza el éxito de la plantación y acelera el proceso de restauración; aunque eleva los costos y aumenta en tiempo de intervención en un proyecto.

Como abonos verdes se encuentran los siguientes:

- La Avena (*Avena sativa*) posee un sistema radicular pequeño que favorece la estructura de suelo, ejerce buen control de malezas y es considerada como saneadora, adicionalmente posee una alta relación Carbono / Nitrógeno.

- El Nabo forrajero posee una raíz profunda que descompacta o abre el suelo y adicionalmente es considerado un buen reciclador de nutrientes especialmente de Fósforo y Nitrógeno.

- La Vicia (*Vicia sativa*) posee un buen sistema radicular y proporciona nitrógeno al suelo.

Estos abonos se manejan igual que un cultivo, se siembran al voleo, se incorporan con un rastrillo, se riegan y cuando las plantas están jugosas y verdes y empieza la florescencia (antes de que posean semillas viables), se tumban y se incorporan con el suelo, este proceso puede demorar entre dos y cuatro meses dependiendo de la especie seleccionada.

Para el caso de la avena, se recomienda usar entre 60 - 80 Kilogramos por Hectárea, Para el Nabo entre 18 - 20 Kg/ Ha y la Vicia 70 - 80 Kg/ Ha.



Foto. No. 8. Áreas de ronda con pastoreo

La avena a su vez, produce entre 30 - 60 Toneladas de materia orgánica por Hectárea, el Nabo entre 40 - 90 y la Vicia entre 20 -30 Ton/Ha.

Al incorporar los abonos verdes con el suelo, este recupera gran parte de sus minerales, adicionalmente es importante verificar si es necesario aplicar cal, fósforo o potasio adicional.

Se recomienda realizar la plantación dos o tres

semanas después de incorporar los abonos verdes al suelo.

### 3.2.4. Control de tensionantes.

Dentro de este modelo es muy importante el control de factores tensionantes que pueden entrar a la plantación (ganado), mediante el cercado de la misma con alambre de púa o cercado eléctrico.

Para implementar el cercado con alambre de púas se necesitan los siguientes materiales:

- Alambre de púa de 12.5 de calibre.
- Postes de madera inmunizados con inmunizante creosotado o vareta que tengan una altura de 2 m, que no presenten nudos y que se encuentren totalmente rectos.
- Grapas.

Una vez establecido el limite exterior del área de ronda se procede a realizar un trazado, es decir, se establece la distribución entre los postes, la cual será de tres (3) metros entre si. Demarcada la posición que llevará cada poste, se harán unos hoyos de 50 cm de profundidad por 25 de diámetro. Una vez hechos los hoyos los postes serán hincados de acuerdo al trazado inicial. Cada poste se enterrará 50 centímetros procurando que tengan una compactación adecuada y buscando que su posición final sea totalmente vertical.

Cada 10 postes y cada cambio de dirección de la cerca es necesario colocar un pie de amigo, el cual cumplirá con las mismas características de los otros postes.

Una vez instalados los postes se les colocará una capa de 10 cm de tierra o de recebo el cual ayudará a proporcionar un cimiento adecuado a los postes y procede a tender el alambre de púa, en tres o más líneas según se considere conveniente. Es importante que el alambre quede bien templado y grapado.

Por último, como complemento al proceso de restauración ecológica para áreas de ronda con presencia de pastoreo se recomienda:

- El ganado se debe mantener controlado de tal manera que no pueda comerse los rastrojos.
- Sembrar pastos mejorados que toleren el pisoteo y sequía, tales como: Tetrelite (*Lolium hybridum*),

la Falsa poa (*Holcus lanatus*), el pasto oloroso (*Antoxantum adoratum*) y el lupino (*lupinus sp.*)

- En las zonas que se continuaran usando para el pastoreo, sembrar pastos y otras especies que reduzcan la presión del mismo principalmente el Beza (*Vicia sativa*), Alfalfa (*Medicago sativa*. L), maiz forrajero (*Zea mayz*), Avena (*Avena sativa*), Centeno Triticale (*Triticum sp.*) y que sirvan para producir y conservar forraje el cual puede ser utilizado en el período seco en forma de heno o ensilaje.
- Plantar barreras vivas con doble propósito: control de escorrentía y forraje.
- Mantener una correcta carga animal, períodos de ocupación y descanso, para evitar el sobre pastoreo.
- Implementar el uso de abrevaderos, para que el ganado no tenga que penetrar en el área de ronda.
- Implementar prácticas de agroforestería.
- Reciclar los residuos de la producción animal como abono.

### 3.3. Restauración de áreas de ronda que presentan erosión superficial.

La restauración en este caso tiene como objetivo reducir los impactos de la erosión, limitando la intensidad de los mismos, cambiando su condición mediante procesos que favorezcan la regeneración natural y que permitan recuperación del área; adicionalmente se busca reducir el escurrimiento de las aguas, aumentar la materia orgánica en el suelo y mejorar los porcentajes de humedad.

Antes de abordar este modelo de restauración, es importante se manejen algunos conceptos básicos que ayudaran a entender las actividades a realizar.

La erosión corresponde al proceso de desprendimiento y arrastre de partículas de suelo, causados por el agua (erosión hídrica) y el viento (erosión eólica).

La erosión eólica se da por el arrastre de partículas del suelo debido a la acción del viento, lo que genera un efecto de abrasión y en consecuencia el proceso erosivo.



Foto No. 9. Área de ronda con procesos de erosión.

La erosión hídrica, es producida por el efecto causado por las gotas de lluvia, las cuales generan dos tipos de impactos: el primero consiste en una fuerza de consolidación que compacta el suelo y que da lugar a la formación de costras sobre la superficie del mismo, y el segundo corresponde a la dispersión de partículas del suelo cuando la gota de lluvia hace contacto con éstas lanzándolas al aire; en lugares donde la pendiente es acentuada este desplazamiento puede ser hasta de 1.5 m.

La erosión hídrica también se puede dar por transporte de aguas de escorrentía, en este caso el transporte de partículas se ve influenciado por la capacidad de infiltración, la velocidad del flujo de agua, la textura del suelo y la pendiente. Existen diversos tipos de erosión hídrica entre los cuales se consideran los siguientes:

- **Erosión de tipo laminar:** Se produce durante un aguacero, cuando se crea una lámina de profundidad uniforme, que circula con cierta energía sobre un suelo erosionable, este tipo de erosión es la aporta gran cantidad de sedimentos a los cuerpos hídricos.
- **Erosión en regueros:** Consiste en el arrastre de partículas del suelo, originando la formación de surcos o regueros, orientados según la línea máxima de pendientes.
- **Erosión en barrancos:** Consiste en grandes incisiones que se hacen en una zona, cuando existe gran concentración de escorrentía.

- **Deslizamientos superficiales:** Se originan cuando una capa superficial del suelo retiene gran cantidad de agua, y el incremento en el peso de la masa terrosa y la pérdida en su consistencia hace que la capa se resbale hacia la parte más baja.

Para la restauración de áreas de ronda con presencia de erosión se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

### 3.3.1. Análisis ambiental preliminar

Inicialmente, se establecerá el porcentaje del área de ronda con presencia de erosión y el tipo presente determinando las posibles zonas que presenten inestabilidad y que requieran obras físicas de control. Las zonas degradadas se sectorizaran, según el grado de afectación, la pendiente, el tipo de suelo y el drenaje entre otros, esta sectorización permitirá ubicar las especies vegetales a usar dentro del proceso de restauración ecológica.

### 3.3.2. Elaboración de los diseños florísticos.

#### a) Selección de especies:

Las zonas afectadas por la erosión, por lo general ya han perdido la capa superior del suelo o les queda muy poca, lo que genera factores que pueden limitar el crecimiento y la supervivencia de las especies a plantar.

La selección de especies que integran los tratamientos para el restablecimiento de coberturas vegetales en áreas de ronda afectadas por la erosión debe además de los criterios mencionados en el modelo agricultura considerar los siguientes:

- **El Sistema radical:** Se sugiere el uso de plantas cuyos sistemas radicales sean capaces de penetrar en el suelo, y que tengan una amplia cobertura lateral que amarre.
- **Porte de la especie:** En zonas afectadas por la erosión que tengan pendientes demasiado pronunciadas es importante que se tenga en cuenta el porte de las especies a usar ya que según el tipo de raíz y el tamaño pueden generar el efecto de palanca sobre los taludes.

- **Porcentaje de la escorrentía** en la ladera y la dinámica de los sedimentos.
- **Morfología** (forma, estructura, hábito de crecimiento) ya que cuando se trabaja con diseños multiestrata o con especies que poseen una alta densidad en el sistema foliar se obtiene una mayor capacidad de interceptación de la lluvia y se aumenta el tiempo de concentración del agua en la ladera.
- **Área de copa:** Las especies con un área de copa amplia y densa, funcionan como una barrera contra la precipitación, lo que permite la generación de un microclima que favorece a los organismos descomponedores de suelo.
- **Exigencias climáticas:** Se debe tener en cuenta que muchas de las zonas que presentan problemas de erosión poseen una alta radiación y mayores niveles de temperatura, por lo tanto las especies que se establezcan inicialmente deberán tener características que les permitan adaptarse a tales condiciones.
- **Requerimientos de suelo:** No se debe olvidar que una plantación, al igual que un cultivo agrícola presenta exigencias en cuanto al suelo, y las zonas con problemas de erosión suelen tener deficiencias en nutrientes y en materia orgánica. Si se detectan deficiencias de nutrientes, estas se deben manejar según lo tratado anteriormente en el apartado de preparación del terreno.
- **El tipo de propagación:** las especies utilizadas para recuperar áreas con problemas de erosión en lo posible deben tener una alta tasa de producción de semillas y/o una fácil reproducción de tipo vegetativo.
- **Uso de especies dinamogénicas:** es decir, aquellas que activen la dinámica sucesional, que sean de rápido crecimiento y de alto aporte de materia orgánica, de tal forma que sirvan de pioneras para el establecimiento de las especies definitivas.
- **Baja palatabilidad para el ganado.**
- **Si las especies seleccionadas para la zona son forrajeras,** se debe cercar el área para evitar el daño por animales.

## b) Elaboración de arreglos florísticos.

En la elaboración de los arreglos florísticos para este modelo de restauración se debe tener en cuenta la sectorización realizada en el análisis ambiental

preliminar de las áreas de ronda afectadas por la erosión.

En zonas de poca pendiente y que contengan depósitos coluviales se pueden localizar especies de porte arbustivo y arbóreo; en áreas de ronda con pendiente pronunciada, se recomienda el uso de especies de tipo herbáceo, rastrero, rastrojos medios y altos. (Ver anexo No.5)

Igualmente, se considera de gran importancia la conformación de multiestratos (estrato arbustivo y herbáceo) que ayuden a regular las aguas y a mejorar las condiciones de estabilidad del talud.

Los diseños en los que se manejan especies arbustivas facilitan el establecimiento de las coberturas bajas y rastreras que son las que interceptan las gotas de agua de los árboles, retienen, amarran y estabilizan los suelos.

En zonas en donde se presentan desprendimientos en masa, los diseños deberán contribuir a mejorar el drenaje del suelo y se podrán usar especies vegetales que anclen las capas superficiales con las profundas.

Para el manejo de área de ronda afectadas por la erosión algunas propuestas de arreglos florísticos son:

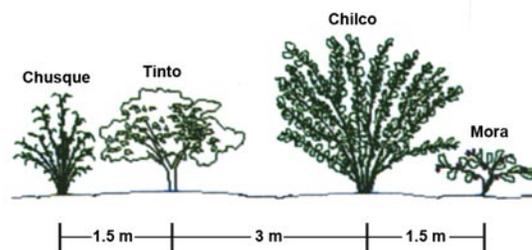


Fig. No. 34. Esquema horizontal arreglo florístico para áreas afectadas por erosión.

### Arreglos florísticos No. 1

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Cestrum buxifolium* (Tinto) + *Baccharis latifolia* (Chilco) + *Rubus* spp. (Mora).

**En la zona 1.** El chusque ayuda a amarrar el suelo y ha protegerlo contra erosión hídrica, igualmente ayuda al establecimiento del tinto, el cual sirve de alimento a aves. **En la zona 2.** Esta especie jun-

to con el Chilco poseen un sistema radicular que permite controlar la erosión, adicionalmente son plantas que favorecen la conformación de suelo debido al aporte de materia orgánica que le hacen a este. La mora Sirve de barrera física para aislar el área afectada por la erosión y adicionalmente ofrece alimento y refugio a las aves.

### Arreglos florísticos No. 2

• *Chusquea* sp. (Chusque). + *Xilosma spiculiferum* (Corono) + *Ageratina aristeeii* (Amargoso) + *Muehlenbeckia thamnifolia* (Bejuco colorado)

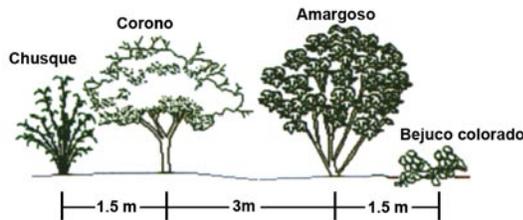


Fig. No. 35. Esquema horizontal arreglo florístico 2 para áreas afectadas por erosión.

### Arreglos florísticos No. 3

*Piper* spp. (Cordoncillo) + *Ageratina angustifolia* (Jome) + *Miconia squamulosa* (Tuno esmeraldo) + *Ageratina aristeeii* (Amargoso) + *Rubus* spp. (Mora).

En el anexo No. 5 se indican otras especies que pueden ser usadas en la elaboración de los arreglos florísticos

### 3.3.3. Adecuación del terreno.

La erosión de los taludes que componen el área de ronda de las microcuencas, es un factor importante a tener en cuenta dentro del proceso de restauración ecológica, ya que generalmente está acompañada de la pérdida de suelo fértil; por lo tanto se requiere de una preparación previa del sustrato, ya que el suelo es el material primario para el proceso de revegetalización del área afectada.

Adicionalmente, la erosión puede ocasionar problemas de deslizamientos, que pueden en muchos casos obstruir los cauces de los cursos de agua, generando represamientos que pueden tener consecuencias aguas abajo.

La adecuación del terreno en este caso busca modificar los factores desfavorables del mismo, reducir la tasa de sedimentos que llegan al curso de agua y adecuar el terreno para la realización de la plantación.

Inicialmente, se debe analizar si es necesario implementar obras físicas que permitan reducir la erosión en la zona, al igual que establecer áreas de la ronda que necesiten del suministro de una capa de suelo con un espesor suficiente para el tipo de vegetación a plantar, ya que no se debe olvidar que un árbol al igual que un cultivo necesita de unos requerimientos básicos de suelo en cuanto a estructura y nutrientes.

#### 3.3.3.1. Prácticas físicas para el control de la erosión.

a) **Gaviones:** (Ver Figura No. 36) Los gaviones son mallas rectangulares de alambre galvanizado que se colocan en las orillas de los ríos y sirven para detener el deslizamiento superficial de los taludes, produciendo el efecto de muro de contención, lo que permite estabilizar la zona.

El gavión esta compuesto por mallas de alambre que se rellenan con piedras de un diámetro mayor al orificio de la malla. Lo que le permite convertirse en un bloque grande, flexible y permeable.

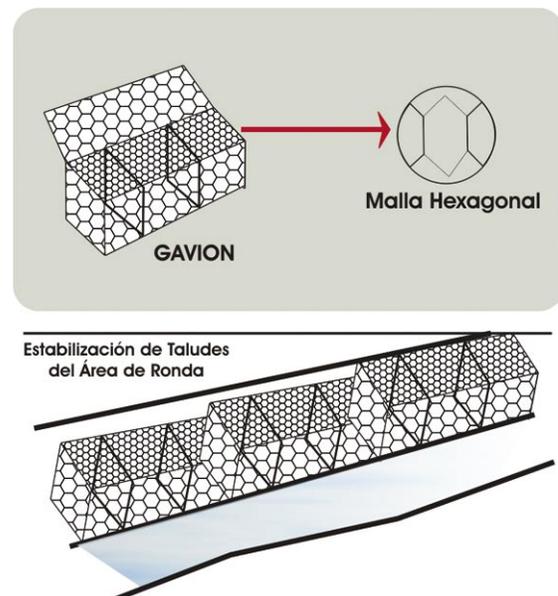


Fig. No. 36. Esquema para la realización de gaviones para el control de la erosión en los taludes de los cuerpos de agua.

**b. Trinchos:** Son barreras que se construyen transversalmente siguiendo las curvas de nivel sobre una ladera, con el objetivo de reducir la tasa de sedimentos que llega al curso hídrico, fijar materiales en las orillas de cauces amplios crear un ambiente propicio y apoyar el desarrollo de la vegetación en zonas afectadas por la erosión. (Ver Figura No. 37)

Los trinchos se componen de estructuras horizontales de madera rolliza, amarradas con alambre galvanizado de 3 mm. de diámetro a estacas verticales que han de ser hincadas previamente mínimo 80 cm. de profundidad, dejando que sobresalgan mínimo 60 cm. por encima del nivel del terreno y separadas entre si un metro, siguiendo las curvas de nivel y teniendo la precaución de apisonar bien el terreno alrededor del cual se entierran.

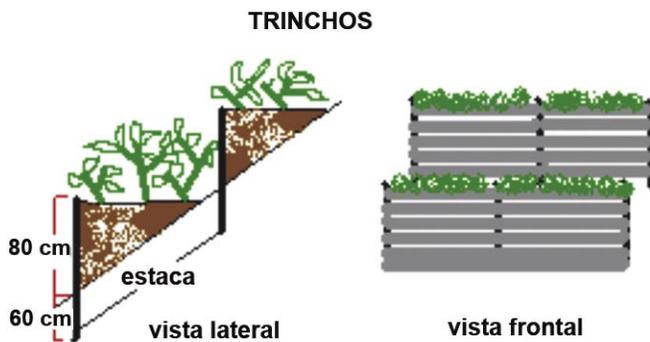


Fig. No.37. Esquema para la realización Trinchos.

Se recomienda antes de implementar este tratamiento nivelar el terreno, con el objetivo de que la estructura del trincho quede regular.

Una vez construida la estructura del trincho, se rellena con tierra mezclada con materia orgánica en capas horizontales, teniendo la precaución de apisonarla bien. El trincho terminado debe quedar con un desnivel según la línea de máxima pendiente de tal forma que no acumule agua en exceso.

### 3.3.3.2 Prácticas mecánicas de adecuación del sustrato.

a) **Cubrimiento de los taludes con costales:** Este tratamiento se recomienda para áreas de ronda que presenten pendientes fuertes y donde el suelo posea material rocoso, consiste en cubrir el suelo con costales de fique. Inicialmente es necesario

retirar todo el material suelto que se encuentre en el talud; posteriormente, se anclan aprox. 10 cm. unas estacas de 30 cm. de longitud en forma de triángulo y distanciadas entre si 30 cm. (aproximadamente 11 estacas por m.<sup>2</sup>), luego, se coloca una capa de aproximadamente 10 cm. de espesor compuesta por tierra mezclada con materia orgánica y material de rastrojo; sobre ésta capa se colocan semillas de diferentes especies; las cuales se cubren con una capa cuya composición sea igual a la anterior, hasta lograr un espesor de 15 cm. Debido a que el suelo reconstituido puede llegar a sufrir procesos de erosión, para evitarla se cubre con tela de fique o costales (unidos entre si), los cuales se aseguran a las estacas. (Ver Figura No. 38).

Es importante tener en cuenta que la capa y materiales a utilizar este húmeda pero evitando siempre los excesos.

### CUBRIMIENTO DE TALUDES CON COSTALES

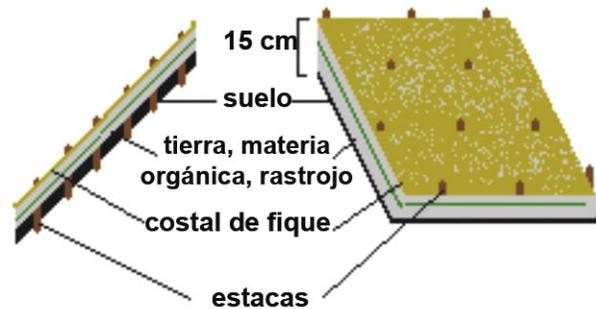


Fig. No. 38. Esquema para el cubrimiento de taludes con costales.

Los costales o la tela de fique pueden ser reemplazados por un geotextil biodegradable.

**b) Cubrimiento de áreas de ronda con colchones de rastrojo:** Los colchones con rastrojos pueden usarse en áreas de ronda que presenten pendientes medias o fuertes, estos protegen el suelo de la erosión y le proporcionan humedad. Consiste en el uso de costales de fique rellenos de una capa de rastrojo procedente de zonas aledañas, enriquecido con semillas y esquejes ó ramas que posteriormente puedan formar una nueva planta, este colchón deber tener aproximadamente 15 cm de espesor. Para su instalación en el terreno, se sigue el mismo procedimiento que para el caso anterior, se recomienda igualmente mezclar las estacas de madera, con estacas nacederas.

**c) Sacos rellenos de tierra:** Esta obra es útil en pendientes que oscilan entre moderadas y fuertes, permite reducir la fuerza de arrastre del agua, disipa la escorrentía, disminuye la erosión y reduce la tasa de sedimentos que llegan al cauce. (Ver foto No. 10)

Para su implementación se utilizan costales de fique tupidos, sacos hechos con geotextiles biodegradables de diámetro de poro pequeño o sacos de polisombra, los cuales tendrán una medida de 40 x 40 cm y estarán rellenos de tierra y semillas.

Los sacos se colocan uno detrás de otro sobre terrazas horizontales de 40 cm de ancho siguiendo las curvas de nivel. En áreas donde el flujo de agua es mayor se puede colocar una segunda capa de sacos, teniendo cuidado que los sacos se superpongan adecuadamente para no dejar empalmes susceptibles a la erosión.



Foto No. 10. Cubrimiento de taludes con sacos rellenos de tierra.

El número de líneas de sacos se calcula según la inclinación del terreno, en áreas con pendientes fuertes se hace necesario el uso de estacas cada 0.40 m que ayuden a mantener fijos los sacos; para este tipo de pendientes, la ubicación de los sacos puede ir en intervalos de 0.8 m y en pendientes moderadas a 3m.

### 3.3.4. Control de tensionantes.

En este modelo es muy importante el control de factores tensionantes causados por el escurrimiento del agua a favor de la pendiente el cual origina un lavado de los suelos que lleva consigo sedimentos que cuales van a parar en el cuerpo de agua más cercano. Para el manejo de este tensionante se sugiere la construcción de zanjillas de absorción como se presentan en el apartado de adecuación del terreno en el modelo de manejo de áreas afectadas por la agricultura.

Se recomienda mantener siempre cubierto el suelo, de esta forma se le reduce la fuerza de arrastre al agua y la de dispersión de partículas de las gotas de lluvia.

Finalmente para el manejo de este modelo se recomienda:

- Dentro de los planes de ordenamiento y manejo de este tipo de cuerpos hídricos, establecer programas de control de la erosión en la cuenca que no sólo sirvan para conservar el suelo sino que también cumplan con el objetivo de restaurar las áreas de ronda afectadas.
- Para el control y la estabilización de las áreas de ronda inicialmente se deben considerar las obras de pequeña ingeniería.
- En lo posible el área que presenta problemas de erosión debe ser cubierta por algún tipo de cobertura, ya sea artificial o natural, mientras se desarrolla la restauración ecológica.

### 3.4. Restauración de áreas de ronda con presencia de expansión urbana.

La restauración en este caso tiene como objeto la recuperación de la continuidad del corredor ecológico, la reducción de la tasa de sedimentos que llega al cauce, el control de posibles fuentes de contaminación y el mejoramiento paisajístico, buscando recuperar la función de la ronda y la creación de espacios amables para las comunidades aledañas.

En la zona urbana, se deben seguir los criterios de plantación del Manual de Arborización urbana.

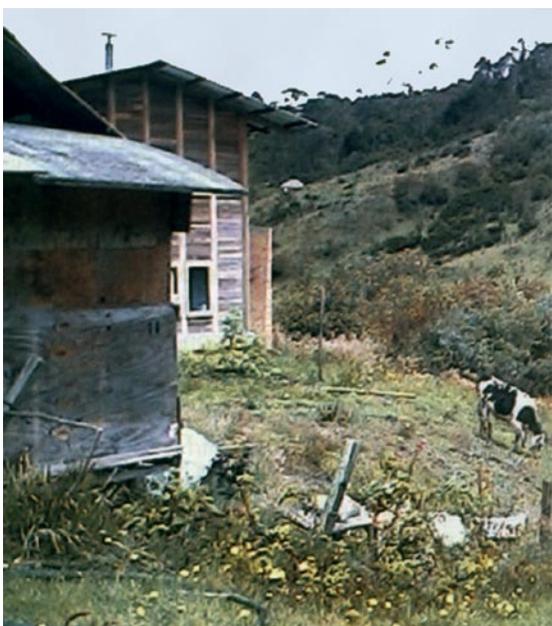


Foto No. 11. Restauración de áreas de ronda con expansión urbana.

### 3.4.1. Análisis ambiental preliminar.

Adicional al procedimiento ya tratado en el primer modelo de manejo, el análisis ambiental presenta las siguientes particularidades:

- Determinar el área de ronda afectada.
- Usos del agua.
- Usos de la ronda por parte de las comunidades aledañas.
- Estado de la ronda y del cauce.
- Identificación de zonas que puedan presentar riesgos por las crecidas del cuerpo hídrico o por deslizamientos de los taludes del mismo.

### 3.4.2. Elaboración de diseños florísticos.

Los diseños a implementar dentro de este modelo, deben además de cumplir la función de corredor ecológico ser paisajísticamente armónicos, de tal manera que se cree una zona de transición entre el área rural y el área urbana.

#### a) Selección de especies.

Adicionalmente a los criterios establecidos en el numeral 3.1.3 se recomienda el uso de especies que posean las siguientes características:

- Que sean ornamentales.
- Que soporten niveles de contaminación.

- Que permitan visibilidad.
- Que puedan presentar usos alternativos por medio de la extracción de frutos secundarios.
- Que proporcionen ofertas alimenticia a las aves.
- Que sean aceptadas por las comunidades aledañas a la ronda.

Este último factor se convierte en el principal eje para la implementación y posterior sostenibilidad de este tipo de modelo, por lo tanto se recomienda la realización de trabajo comunitario con la población beneficiaria, de tal manera que mediante la participación a través de talleres, visitas a la zona, encuestas y encuentros comunitarios se convoque a la población a hacer parte de la elección de las especies, apoyar en el diseño de los arreglos florísticos, en la plantación así como en el seguimiento y monitoreo de las actividades efectuadas para garantizar el éxito del proyecto.

#### b) Elaboración de los arreglos florísticos.

Los árboles a usar en estos diseños deben ser de porte medio a alto y las distancias de plantación se deben manejar de acuerdo al Manual de Arboricultura urbana del Jardín Botánico de Bogotá y la norma técnica NS118 de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. La cual establece una distancia mínima de plantación entre los tallos de los árboles de 10 m y una altura mínima de los árboles a plantar de 1.5 m, esto con el fin de garantizar visibilidad, transparencia y seguridad.

Algunos de los arreglos florísticos propuestos para el manejo de este modelo son:

#### Arreglos florísticos No. 1

- Duraznillo (*Abatia parviflora*) + Mano de oso (*Oreopanax bogotense*) + Sietecueros (*Tibouchina* sp) + Aliso (*Alnus acuminata*). (Ver Fig. 39)

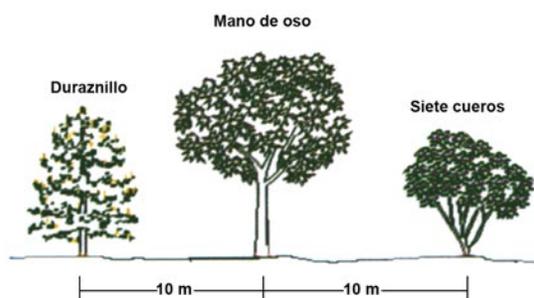


Fig. No. 39. Perfil horizontal en áreas con expansión del borde urbano.

En la **zona 1** se recomienda la plantación del duraznillo, el cual además de ser una especie ornamental, brinda alimento a la fauna y a los insectos, adicionalmente ayuda al establecimiento del mano de oso, el cual se convierte en el eje del arreglo florístico. En la **zona 3** se sugiere la plantación del Siete cueros, especie ornamental.

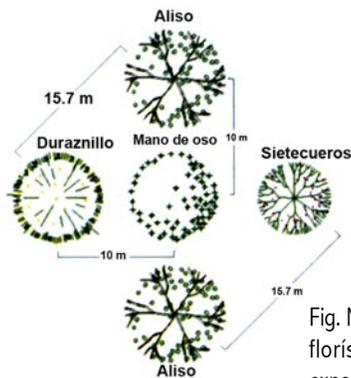


Fig. No. 40. Vista de planta del arreglo florístico para áreas afectadas por expansión del borde urbano.

Como se muestra en la figura No. 40, el aliso que también hace parte de este arreglo facilita el establecimiento del mano de oso, y adicionalmente sirve como alimento a los insectos.

### Arreglos florísticos No. 2

Cordoncillo (*Piper bogotense*) + Duraznillo (*Abatia parviflora*) + Cajeto (*Citharexylum subflavescens*) + Aliso.

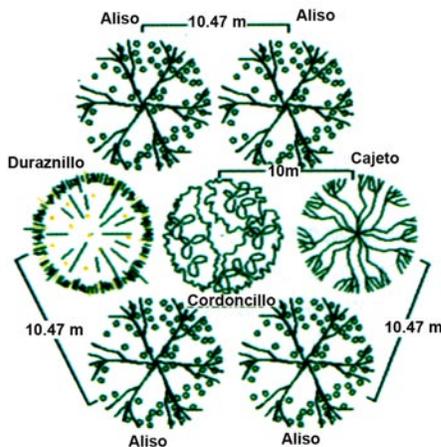


Fig. No. 41. Vista de planta del arreglo florístico 2 para áreas con expansión del borde urbano.

### Arreglos florísticos No. 3

Raque (*Vallea stipularis*) + Aliso (*Alnus acuminata*) + Garrocho (*Viburnum tinoides*)

#### 3.4.3. Control de tensionantes.

En este modelo es muy importante el control de

factores tensionantes causados por la entrada de animales al área de ronda.

Si es posible se sugiere la instalación de un cercado tal y como se menciona en el apartado 3.2.4. Este, además de impedir la entrada de animales a la zona reduce el tráfico de personas dentro de la misma, al igual que evita la entrada de carros.

Finalmente, para garantizar la sostenibilidad de la plantación se recomienda:

- Evitar que estas áreas de ronda sean usadas como botaderos de escombros y basuras.
- Que la plantación y las posteriores labores de mantenimiento se hagan involucrando a la comunidad beneficiada.
- Que se trabajen talleres de sensibilización ambiental con la población aledaña a la ronda en donde se les explique la importancia de su mantenimiento y conservación.
- No permitir la construcción de viviendas sobre la ronda y aún menos sobre los taludes del cauce.
- No verter aguas servidas ni aceites al cauce ni al área de ronda.

### 3.5. Restauración de nacederos.

La restauración en este caso, deberá seguir las disposiciones dadas por el Código de los Recursos Naturales, el cual establece una franja de vegetación protectora no menor de 30 m a partir de la periferia del nacimiento.



Foto No. 12. Restauración de nacederos.

El objeto de la restauración de estos cuerpos de agua radica en el aumento de la tasa de infiltración, en el control de la erosión cerca de la fuente, en la reducción de la temperatura del suelo y del ambiente, de tal forma que se disminuya la pérdida de agua por evaporación y en la reducción de las posibilidades de contaminación.

Para el caso de la restauración de nacederos del Distrito, el área que se encuentra dentro de la franja protectora, deberá tener una conformación de bosque nativo de diferentes estratos, es decir, un estrato superior arbóreo, un estrato intermedio arbóreo y arbustivo, uno inferior compuesto por arbustos y plantas herbáceas, finalmente un estrato rasante, compuesto por la hojarasca y el material orgánico en proceso de descomposición.

Si se requiere esta área deberá ser cercada, para evitar el ingreso de factores tensionantes tales como animales y el hombre.

### 3.5.1. Análisis ambiental preliminar

A continuación se describen los pasos más importantes para la realización del análisis ambiental preliminar:

- Identificar el tipo de nacedero, es decir si es de carácter permanente, temporal y si se encuentra definido o no.
- Establecer la altitud a la cual se encuentra ubicado, el tipo de suelo, si es rocoso, de algún otro tipo de material o mixto.
- Determinar el porcentaje del área de ronda afectada, en el que se identificaran la vegetación existente.
- Identificar los usos del agua (consumo humano, sector agropecuario).
- Puntualizar los factores tensionantes que se encuentren afectando el lugar (deforestación, pastoreo, compactación por pisoteo, contaminación ya sea por animales o humanos, etc).
- Delimitar el área que posean problemas de erosión, compactación y áreas de acceso.

Algunas especies como los musgos, los helechos, los licopodios, los chusques (*Chusquea sp.*), el Guardarroció (*Hypericum gouyanessi*), la Puya grande (*Puya goudotiana*), el Carrizo (*Swallemochloa tesselata*) y el Tinto (*Cestrum mutissi*), pueden ser usadas como bioindicadoras de humedad en el suelo, ya que permiten identificar zonas con un nivel freático superficial.

### 3.5.2. Elaboración de los diseños florísticos

Los diseños que se propongan para este modelo de manejo deberán estar acordes con el objeto del mismo, es decir: aumento de la tasa de infiltración, en el control a la erosión, reducción de la temperatura en el suelo, del ambiente y de las posibilidades de contaminación.

#### a) Selección de especies.

Adicional a los criterios establecidos para la selección de especies en los modelos anteriores, se propone el uso de especies que cumplan con las siguientes características:

- Un área de copa amplia y densa, para que se favorezca la conformación de un microclima y reduzcan la evaporación.
- Que permitan la conformación de una cobertura vegetal de diferentes estratos.
- Que soporten la humedad de manera constante.
- Que protejan el nacedero contra la entrada de ganado.
- Que los productos de su descomposición que van a terminar al cuerpo hídrico no alteren la calidad del agua y que no sean nocivos para la población. Con relación a este punto se recomienda plantar especies como el Aliso y el Borrachero, en la parte más externa del área de ronda.
- Que puedan presentar usos alternativos por medio de la extracción de frutos secundarios.
- Que se adapten a cada una de las zonas que hacen parte del área de ronda del nacedero de agua.



Fig. No. 42. Zonificación de área de ronda de un nacedero para su restauración.

Con relación a este aspecto, se debe tener en cuenta la zonificación de manejo propuesta (Ver figura No. 42).

Algunas de las especies que se pueden usar según la zona del área de ronda del nacedero son:

**Zona 1:** Corresponde a la franja de infiltración, allí se pueden plantar chusques (*Chusquea spp*), moras (*Rubus bogotense*), zarzas (*Rubus floribundum*), juncos (*Juncus effusus*, *Juncus bogotensis*), Cyperaceas (*Cyperus spp*, *Rhynchospora spp*), Gramíneas (*Cortaderia colombiana*, *Cortaderia nitida*, *Arundo donax* *Neurolepis aperta*), la Hoja de pantano (*Gunnera bogotana*), los balazos y anturios (*Monstera deliciosa*, *Athurium spp.*) y los Helechos (*Cyathea caracasana*, *Cyathea frigida*, *Alsophila sp.*, *Culcita conifolia*, *Lophosoria quadripinnata*, *Blechnum cordatum*, *B. loxense*, *B. occidentale*).

**Zona 2:** En esta zona se manejan dos franjas; la franja de infiltración que es la encargada de producir hojarasca, mejorar la estructura del suelo, mantener la humedad, atrapar sedimentos y ayudar en la formación del microclima; y la franja de protección la cual sirve de barrera contra el ingreso de ganado y personas.

En la franja de infiltración: Se recomienda en uso de las siguientes especies: Tinto (*Cestrum mutisii*), cordoncillo (*Piper bogotense*), Helecho arborecente (*Cyathea spp*), Tomatillo (*Solanum oblongifolium*), Garrocho (*Viburnum tinoides*), Duraznillo (*Abatia parviflora*), Coloradito (*Polylepis quadrijuga*), el Arboloco (*Montanoa quadrangularis*), el Nazareno (*Tibouchina grossa*), el Charne (*Bucquetia glutinosa*), el Rodamonte (*Escallonia myrtilloides*) y el Chite o Guardarocio (*Hypericum goyanessii*).

En la franja de protección: Coronó (*Xylosma spiculiferum*), Mortiño (*Hesperomeles spp*), Espino garbanzo (*Duranta mutisii*), Espino (*Berberis rigidifolia*), el Amargoso (*Ageratina aristeei*), la Uña de gato (*Barnadesia spinosa*), las Moras (*Rubus bogotense*, *R. floribundus*), *Cyathea caracasana*, *Cyathea frigida*, y algunas herbáceas urticantes como la Ortiga blanca (*Urtica urens*), *Eryngium humboldtii* y especies del género *Puya* y *Greigia*.

**Zona 3:** Corresponde a la franja doble propósito, o al límite físico que demarca la transición entre la zona de protección y la zona de producción; en esta área se pueden plantar frutales como el durazno, el ciruelo, el tomate de árbol, la manzana, la uchuva, la pera, la Feijoa, moras y el cerezo, combinados con árboles como el nogal (*Junglans neotropica*), Aliso (*Alnus acuminata*), *Escallonia paniculata* (Tibar), *Vallea stipularis* (Raque), Cedro (*Cedrela montana*), + *Prunus serotina* (Cerezo).

### **b) Elaboración de arreglos florísticos.**

Una vez seleccionadas las especies a usar, teniendo en cuenta las franjas que componen el área de ronda del nacedero se recomienda la elaboración de diseños que correspondan a líneas concéntricas (Figura No. 43) que se implementen siguiendo la forma de nacedero, es decir:

#### **LÍNEAS CONCÉNTRICAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE NACEDEROS**

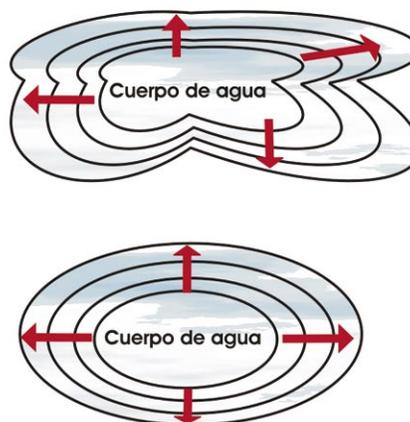


Fig. No. 43. Líneas concéntricas para la elaboración de un diseño de restauración ecológica en nacederos.

Algunas formulas florísticas que se pueden implementar son:

Para nacederos que se encuentran entre los 2900 m.s.n.m:

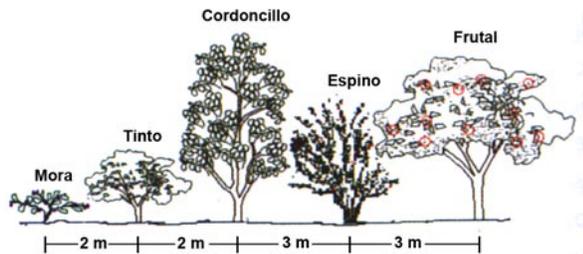


Fig. No. 44. Perfil de la vegetación a plantar en área de ronda de nacederos.

### Arreglo florístico No. 1

*Rubus spp.* (Mora) + Tinto (*Cestrum mutisii*) + Cordoncillo (*Piper bogotense*) + *Duranta mutisii* (Espino garbanzo) + (2Frutal+1 nogal). (Ver Fig. No. 44)

La plantación debe iniciarse siempre de adentro hacia fuera, empezando por la **zona 1**, en la cual se propone el uso de moras o zarzas, las cuales además de controlar la evaporación y brindan alimento a la avifauna, el Tinto funciona como precursor leñoso adecuando el terreno para el establecimiento del cordoncillo, el cual actúa como especie dominante. Adicionalmente estas dos especies adecuan el mejoran la infiltración en el suelo, producen una buena cantidad de materia orgánica y mantienen la humedad.

El espino garbanzo funciona como barrera contra el ganado y los humanos, dado el caso en el que se tenga que dejar un acceso al cuerpo de agua esta especie puede usarse como límite físico y conectando la franja de protección con la de infiltración. Adicionalmente, el espino garbanzo adecua el terreno para el cedro y sirve de alimento para la fauna lo que favorece la conformación de hábitats. En la parte más externa se recomienda la siembra en relación 2:1 entre frutal y árbol, es decir 2 frutales por un árbol que puede ser el Nogal. La selección del árbol frutal a plantar se hará teniendo en cuenta las características físico bióticas que posee el área de ronda del nacedero y que requiere el árbol frutal para su establecimiento.

### Arreglo florístico No. 2

- Cyperaceas (*Cyperus spp*, *Rhynchospora spp.*) + caña brava (*Arundo donax*) + hoja de pantano (*Gunnera bogotana*) + balazos y anturios (*Monstera deliciosa*, *Athurium spp.*) + Helecho arborescente (*Cyathea caracasana* o *Alsophila sp.*) + Garrocho (*Viburnum tinoides*), Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) + Corono (*Xylosma spiculiferum*) + [2frutal + 1 Cedro (*Cedrela montana*)]

Para nacederos que se encuentren entre los 2800 y 3100 m.s.n.m:

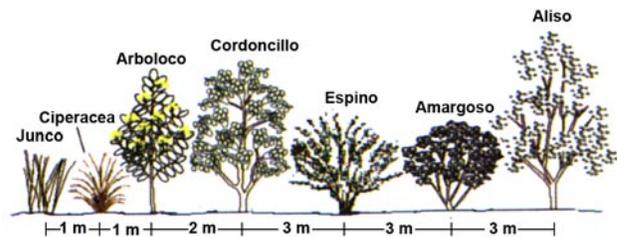


Fig. No. 45. Perfil de la vegetación a plantar en área de ronda de nacedero.

### Arreglo florístico No. 2

Junco (*Juncus effusus*) + Cyperacea (*Cyperus spp.*) + Arboloco (*Montanoa quadrangularis*) + Cordoncillo (*Piper spp*) + Espino (*Berberis rigidifolia*) + Amargoso (*Ageratina aristeeii*) + Aliso (*Alnus acuminata*). (Ver Fig. No.45)

Este arreglo florístico se propone para áreas de ronda de nacederos que se encuentren por debajo de los 3000 m.s.n.m y que alrededor posean zonas dedicadas al pastoreo. En la zona 1 se propone el uso del junco y la Cyperacea, las cuales reducen la tasa de evaporación del agua del nacedero, y le generan sombra. En la zona 2, para la franja de infiltración se propone el uso del Arboloco, especie comúnmente usada en la zona andina para la protección de nacederos, propia en etapas tempranas de la sucesión, posee pocos requerimientos de fertilización y podas, posee una alta tasa de rebrote, esta especie cumple el papel de precursor leñoso, es decir adecua el terreno para el Cordoncillo el cual es un inductor preclimácico que posee una alta tasa de recambio de hojas lo que ayuda a la infiltración y a la formación de suelo. En la franja de protección irían el espino y el amargoso, los cuales, además de servir como barrera contra el ganado ayudan a la formación de suelo, a la infiltración del agua, a la retención de la humedad y como alimento para la fauna. En la zona 3, delimitando el área de ronda del nacedero va una línea de alisos, los cuales

además de brindar alimento a la fauna y servir de barrera, mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo, lo que hace que las pasturas que se produzcan alrededor sean de mejor calidad.

**Arreglo florístico No. 3** el área de ronda del nacedero va una línea de alisos, los cuales además de brindar alimento a la fauna y servir de barrera, mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo, lo que hace que las pasturas que se produzcan alrededor sean de mejor calidad.

### **Arreglo florístico No. 3**

Cortadera (*Cortaderia colombiana*) + Carrizo (*Swallenochloa tessellata*) + Puya (*Puya santosii*) + Rodamonte (*Escallonia myrtilloides*) + Chite (*Hypericum goyanessii*) o Nazareno (*Tibouchia grossa*) (nazareno) o Charne (*Bucquetia glutinosa*) + Mortiño (*Hesperomeles goudotiana*) + Uña de gato (*Berberis rigidifolia*) + [frutal + Raque (*Vallea stipularis*) y /o Gaque (*Clusia multiflora*)]

### **3.5.3. Control de tensionantes.**

Finalmente para el manejo de este modelo (si es necesario) se requiere el control de tensionantes tales como en ingreso de ganado al área y del hombre; el control puede realizarse por medio de un cercado con alambre de púa o eléctrico. Dejando un camino de acceso al cuerpo hídrico si de este se satisface la población para consumo humano o en las labores agropecuarias.

Como complemento al proceso de restauración ecológica para áreas de nacederos se recomienda:

- No permitir el acceso de ganado al área de ronda ni al nacedero.
- Establecer abrevaderos fuera del área de ronda.
- No arrojar en las aguas envases de los productos agroquímicos.
- No lavar los envases, ni las bombas directamente en el nacedero.
- No se recomienda sembrar en terrenos aledaños ni aguas arriba cultivos homogéneos de especies tales como el eucalipto y el pino.

## **3.6. Seguimiento y evaluación de los modelos.**

Una vez establecidas las plantaciones es necesario realizar un seguimiento que permita evaluar el éxito del proceso de restauración. Uno de los aspectos que se considera más relevante corresponde a la medición del crecimiento y el grado de desarrollo de las especies plantadas. Para llevar a cabo este seguimiento es necesario realizar unos muestreos periódicos partiendo del momento en el que se culmina el proceso de plantación.

Los parámetros básicos a evaluar son:

- Crecimiento en longitud (altura de planta),
- Diámetro basal
- Aparición de hojas.
- Crecimiento del sistema radical

Los anteriores elementos permiten determinar el grado de adaptabilidad de las plantas a estos tipos de ambientes, al igual que como referente para usar esas especies en otros lugares con condiciones ecológicas similares.

El tiempo requerido para llevar a cabo estas evaluaciones depende del personal disponible, materiales, transporte, la superficie a restaurar y finalmente el presupuesto; sin embargo, un tiempo mínimo para captar las diferencias en crecimiento y adaptación puede ser de tres meses para cada periodo de evaluación. La utilidad de este tipo de monitoreo permite al ejecutor plantear un programa de resiembra, el cual debe incluir y considerar aspectos ambientales que favorezcan la ejecución de esta etapa.

La información colectada permite evaluar la funcionalidad del modelo de restauración, o establecer la necesidad de implementar modificaciones al mismo, se debe tener en cuenta que la restauración ecológica es un proceso a largo plazo.

Para evaluar si se cumple con este propósito es necesario diseñar, evaluar y hacer operables indicadores de éxito en la restauración ecológica (Kovács et al. 1992; Nugteren et al. 1997 en Sánchez et al 2002). A continuación se proponen algunos indicadores que pueden funcionar para evaluar el éxito de la restauración.

- Superficie restaurada
- Aumento de la fauna
- Avance en la sucesión
- Productividad (biomasa aérea)
- Calidad del suelo
- Formación de corredores biológicos
- Retención de humedad y nutrientes
- Pérdida de nutrientes
- Estructura y calidad de paisaje
- Existencia de nutrientes
- Mantenimiento de la Biodiversidad.
- Aumento en la disponibilidad de hábitat

El DAMA está estructurando un programa de restauración ecológica en coordinación con la CAR y el Jardín Botánico José Celestino Mutis y EAAB - ESP para las zonas rurales de la ciudad donde se pretende restaurar aproximadamente 130 Ha con la siembra de 87.000 árboles durante la actual administración (2004 - 2008), bajo los parámetros establecidos en la presente guía y la de plantaciones forestales, mediante el desarrollo de proyectos con planeación participativa de las comunidades y las administraciones locales del Distrito Capital.

# 4. COMO ABORDAR LA FORMULACION DE UN PROYECTO DE RESTAURACION DE RONDAS Y NACEDEROS.

Antes de iniciar la temática acerca de cómo abordar un proyecto de restauración ecológica que se encuentre enmarcado dentro del escenario de restauración de áreas de ronda y nacaderos, es importante identificar los pasos que conlleva el ciclo de un proyecto. (Ver figura No. 46)

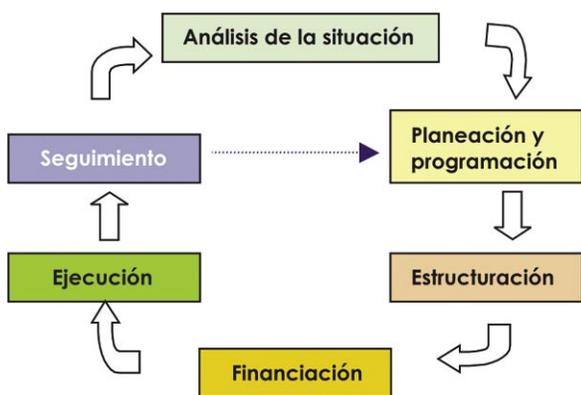


Fig. No. 46. Ciclo de un proyecto.

## 4.1. Análisis de la situación

En esta fase es de gran importancia que una vez identificado el problema y su posible solución, se desarrollen preguntas que nos ayuden a enmarcar y justificar nuestro proyecto, es decir: Para qué resolver ese problema?, Cómo?, Qué factores lo están acentuando?, el resolverlo que beneficios le trae a usted y a su comunidad?, y si lo que usted pretende realizar esta enmarcado dentro de las políticas Distritales y Nacionales?.

En esta fase si se quiere elaborar un proyecto que involucra no solo a su predio, sino a un grupo de usuarios que se benefician de un cuerpo hídrico, es importante que se realice un diagnóstico participativo, es decir donde todas las personas interesadas, compartan sus inquietudes y perspectivas con relación al problema a solucionar, esto hará que el proyecto se ajuste a necesidades concretas de su región, que se creen dolientes y que se asignen responsabilidades. Adicionalmente, en muchas ocasiones ayuda a que se obtenga viabilidad política, cultural y técnica.

En este punto también es muy importante que la participación de las personas de su asociación o comunidad sea libre y voluntaria, que no se den diferencias de género, raza ni educación y que todos los participantes de forma organizada tengan derecho a voz y voto. No olvide que elaborar un proyecto bajo un esquema participativo suele ser más transparente y menos discrecional.

El resultado del diagnóstico, debe ser una herramienta concreta, sobre hechos reales y que contemple no solo aspectos ambientales, también económicos y sociales de su región, de tal manera que permita la planeación del proyecto sobre una posible solución y no sobre el problema.

Algunos conceptos básicos que pueden ayudar en el momento de realizar el análisis de la situación al cumplimentar el diagnóstico y que se pueden tener en cuenta en el momento de abordar este aspecto se tratan en la tabla No. 4 que se presenta a continuación:

ASPECTO	CONCEPTO BÁSICO
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificación agroecológica de la microcuencia.</li> <li>• Usos del agua</li> <li>• Inventario de especies vegetales y animales.</li> <li>• Usos de algunas de las especies vegetales y animales.</li> <li>• Estado de los recursos naturales.</li> </ul>
Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de producción y comercialización.</li> <li>• Rentabilidad.</li> <li>• Prácticas agropecuarias y forestales.</li> </ul>
Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenencia de la tierra.</li> <li>• Grado de organización comunitaria.</li> <li>• Acceso a servicios básicos.</li> <li>• División del trabajo dentro de la familia.</li> </ul>

Tabla No. 4 Conceptos a abordar para la realización de un diagnóstico rural participativo. Modificado de: Manual para la formulación de proyectos comunitarios.

La participación de la comunidad en algunos de estos temas ayuda a superar problemas derivados de la falta de claridad con respecto a los derechos de propiedad sobre el ambiente, los recursos y a identificar las llamadas “tragedias de los comunes”, es decir, a establecer cuando un recurso natural que es básico para una población, como lo es en este caso el agua, debido a su mal uso llega a su extinción.

A continuación se tratarán tres etapas fundamentales dentro del análisis de la situación.

### 4.2. Análisis de los problemas

Este es uno de los aspectos que se consideran de mayor relevancia en el momento de realizar la planificación de un proyecto, ya que de la identificación de un problema real y prioritario que se tenga en una comunidad, se va a generar la estructura del proyecto.

El establecer un problema, implica identificar con él, las relaciones causa efecto y visualizar los posibles inconvenientes y obstáculos que se pueden o no manejar dentro del desarrollo del proyecto. ( Ver figura 47 )

Este punto puede ser manejado mediante el uso de un diagrama de problemas así:

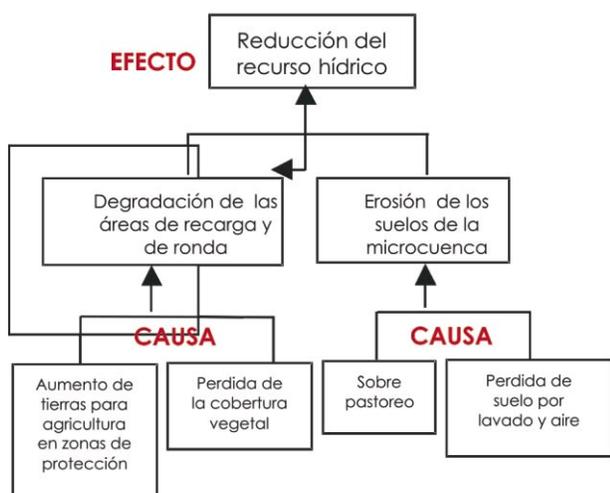


Fig. 47. Relación causa-efecto

Una vez construido el diagrama de problemas es importante establecer su validez y verificar que este completo.

### 4.3. Análisis de objetivos

Una vez realizado en análisis de problemas, es posible visualizar que se pretende solucionar, cual será el objeto del proyecto.

Para este punto se reformulan todos los elementos del diagrama de problemas a condiciones positivas y deseables, esto permite identificar la relación medio – fin.

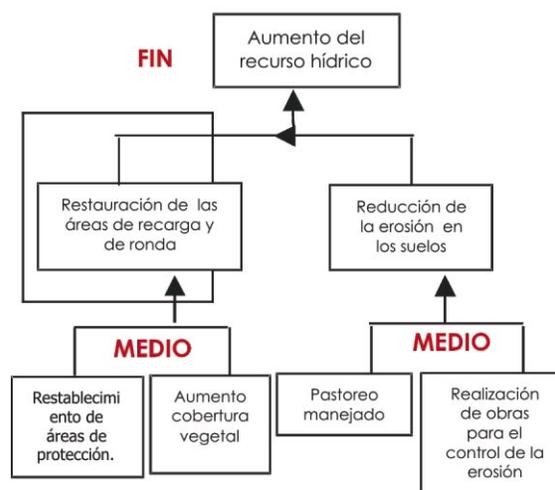


Fig. 48. Relación medio-fin en la formulación de un proyecto.

En ocasiones es posible que alguno de los objetivos sea poco realista o que sea imposible darle una solución con los medios con los que se cuenta. Cuando esto sucede es necesario revisar los planteamientos, si es el caso omitir objetivos irreales o innecesarios y añadir otros que si correspondan. Los objetivos que se trazan en proyectos de restauración deben definir claramente se si trata de un recuperación, una rehabilitación ó una restauración como tal.

### 4.4. Análisis de estrategias

En este paso se identifican las posibles estrategias para alcanzar un objetivo específico y se prioriza que se adoptará para su futura intervención.

Para la realización del análisis de estrategias se deben haber identificado las relaciones medio – fin, los objetivos que obviamente no son deseables o imposibles de conseguir han de haberse eliminado, al igual que los que persiguen otros proyectos que se estén ejecutando sobre la misma área.

La elección de la estrategia se hará según las prioridades de los grupos interesados, la pertinencia de la estrategia, las probabilidades de éxito, el área que se piensa cubrir y por su puesto las políticas Distritales y Nacionales. Tenga en cuenta que en un proyecto de restauración siempre se deben correlacionar los aspectos sociales, científicos, económicos y políticos. En este punto es muy importante si se está trabajando con comunidades que la estrategia seleccionada se tome en consenso, en caso de que éste no se logre se hace necesario introducir criterios adicionales que sustenten la estrategia o la modifiquen.

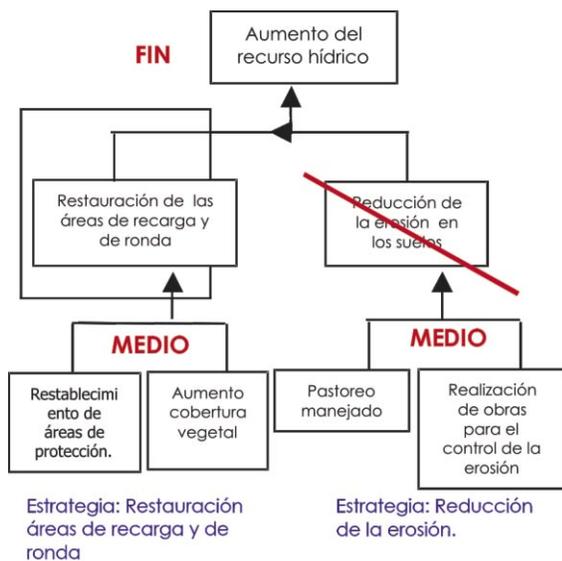


Fig. 49. Análisis de estrategias.

La selección de la estrategia se hace una vez se ha identificado el objetivo específico que se pretende alcanzar con la intervención, en muchas ocasiones, el manejo de la estrategia seleccionada puede abarcar parte o la totalidad de los otros objetivos que se tengan en el diagrama, lo que supone la elaboración de proyectos con varios componentes.

## 4.5. Planificación

Antes de abordar un proyecto de restauración ecológica, es muy importante para poder realizar la planificación, identificar las zonas que se encuentran afectadas; para el caso de áreas de ronda cuantos metros y en que dimensiones.

Esta caracterización y cuantificación permitirá el diseño de estrategias de restauración más acordes con la situación, que permitan la optimización de los costos y los recursos.

En este punto es conveniente, trabajar sobre cartografía que se tenga de la zona y generar otra para el área a intervenir dentro del proyecto, la información de esta cartografía se levanta de verificaciones realizadas en campo, en donde se puede demarcar los límites de los predios, los usos, las vías de acceso, las instalaciones que haya sobre esta área y todo lo que se considere relevante para la planeación de la intervención en el sitio determinado.

Igualmente, se debe identificar el grado de intervención del área de ronda en cada predio, para poder definir el modelo a implementar o la estrategia de restauración.

Otros aspectos que se consideran relevantes con relación al levantamiento de información y que permitirán ubicar el proyecto de restauración en el espacio y en el tiempo el área de ronda afectada corresponden a los levantamientos de la vegetación que aún se conserva en el área, es decir el inventario de los individuos vegetales más representativos presentes. Lo que corresponde en los modelos de manejo al análisis ambiental preliminar.

La identificación de áreas de ronda cercanas en buen estado de conservación sirve como referente del estado al cual se pretende llegar, el tipo de vegetación a usar y adicionalmente establecer las áreas que se pueden conectar para la formación de corredores ecológicos.

La caracterización del suelo permitirá conocer sus necesidades de mejoramiento y establecer los requerimientos de mejoras edáficas y obras físicas. Igualmente el conocer factores climáticos del área que se pretende restaurar permitirá establecer las posibles fechas de las siembras, las especies a usar, entre otros aspectos.

Una vez se tiene esta información básica se procede a realizar la planificación del proyecto, para este caso se utilizará la metodología del marco lógico, la cual se describe a continuación.

## 4.6. Descripción del marco lógico

El marco lógico es un instrumento usado en la planificación de proyectos, usado desde los años 70's. Se trata de una matriz que permite de forma muy

sinéctica mostrar los aspectos más relevantes de un proyecto y presentar de forma lógica y sistemática los objetivos de un proyecto.

Esta matriz puede usarse en cualquiera de las etapas de un proyecto, en la programación y planeación, en la estructuración, en la implementación y el seguimiento.

Igualmente sirve para verificar el grado de alcance de los objetivos e identificar condiciones externas que pueden influir en su consecución.

La matriz presenta una estructura de cuatro por cuatro, que lleva un lógica horizontal y una lógica vertical.

Con relación a la lógica horizontal (primera fila), esta permite medir el logro de los resultados esperados para el objetivo.

- Indicadores objetivamente verificables, que son una descripción operativa de los resultados en términos de tiempo, cantidad, responsable y resultado.
- Fuentes de verificación, que indican donde se obtiene información sobre la consecución de los resultados y el objetivo.
- Supuestos o condiciones críticas que corresponden a los factores externos que escapan de la influencia directa de las personas que realizan la intervención, pero que se convierten en factores que pueden afectar la consecución de los resultados, del objetivo específico y el general.

	Lógica de Intervención	Indicadores objetivamente verificables	Fuentes de verificación	Supuestos
Objetivo general				
Objetivo específico				
Resultados				
Actividades		Medios	Condiciones	Condiciones previas

La primera columna vertical se llama lógica de intervención y muestra el conjunto de etapas que deben realizarse para contribuir a alcanzar el objetivo general.

- Objetivo general: Corresponde al nivel superior del proyecto al que se pretende contribuir con la implementación del proyecto.
- Objetivo específico: Es el que se espera alcanzar totalmente con la implementación del proyecto.
- Resultados: Son los que serán alcanzados con el desarrollo de las actividades realizadas, en conjunto estos supondrán la realización del objetivo específico.
- Actividades: Acciones de intervención que se deben realizar para obtener los resultados.

#### 4.6.1. Lógica de intervención



Fig. 51. Análisis integrado

Todo proyecto debe tener un eje, es decir un fin, el objeto al que se pretende llegar desarrollando ciertas actividades que nos arrojen resultados, que a su vez permitan alcanzar un objetivo específico que contribuya a mejorar algún problema que se

encuentre afectando a una población, para el caso de los proyectos de restauración se debe definir de forma muy clara hasta donde se puede llegar teniendo en cuenta lo que se tiene, por eso es muy importante evaluar el grado de alteración de un ambiente dado, al igual que conocer previamente las características físico bióticas del área a restaurar.

Del diagrama de priorización de estrategias, se selecciona el objetivo situado en la parte superior el cual se va a convertir en el objetivo general del proyecto, al cual se piensa contribuir; este objetivo indica para qué se realiza la intervención. Si se llega a presentar el caso en el que existan varios objetivos en este mismo nivel se hace un marco lógico para cada uno.

Posteriormente del segundo nivel del diagrama se selecciona el objetivo general, es decir, qué se pretende alcanzar en su totalidad con la implementación del proyecto. El marco lógico maneja

un único objetivo específico, lo que evita que se apunte hacia muchos propósitos y realmente se consigan pocos.

Igualmente de este diagrama siguiendo la lógica medios – fin, se seleccionaran en tercer nivel los resultados que contribuirán a que se alcance el objetivo específico (cómo?), si se requiere se pueden adicionar otros resultados que estén inmersos dentro del proceso de restauración y que se requieran para la obtención del objetivo específico, igualmente pueden usarse algunos de los que se descartaron de otra rama del árbol en la priorización de estrategias.

Siguiendo la relación medios fin se establecen las actividades necesarias para la obtención de cada resultado (Con qué?). En este punto es muy importante que las actividades sean suficientemente claras, para poder calcular la duración de la intervención, los materiales necesarios y el presupuesto.

### Ejemplo de la formulación:

	LÓGICA DE INTERVENCIÓN	INDICADORES OBJETIVAMENTE VERIFICABLES	MEIOS DE VERIFICACIÓN	HIPÓTESIS
Objetivo general	Aumento del recurso hídrico.			
Objetivo específico	Restauración de áreas de ronda.			
Resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reestablecimiento de áreas de protección</li> <li>2. Aumento de la cobertura vegetal.</li> <li>3. Implementación de obras para el control de la erosión.</li> <li>4. Control al pastoreo en áreas de ronda.</li> </ol>			
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizar a los propietarios de predios que posean áreas de ronda.</li> <li>2. Aplicar la normativa vigente.</li> <li>3. Verificar las necesidades de restauración en cada predio.</li> <li>4. Implementar los modelos de restauración.</li> </ol>	Medios	Costos	Condiciones previas



### 4.6.2. Hipótesis

Las hipótesis indican los acontecimientos, condiciones, decisiones importantes y necesarias para la sostenibilidad de los beneficios generados por el proyecto en cada una de sus fases; es decir las condiciones externas no manejables que deben darse durante el desarrollo de las actividades para poder alcanzar los resultados y durante la consecución de cada resultado para poder lograr el objetivo específico propuesto.

Cuando se plantean las hipótesis, se busca que estas sean la respuesta a la pregunta ¿Cuáles son los factores externos que no se controlan desde el proyecto y que pueden dificultar su ejecución y sostenibilidad en el tiempo?. El manejo de hipótesis permite establecer la lógica horizontal de la matriz de planificación del proyecto:

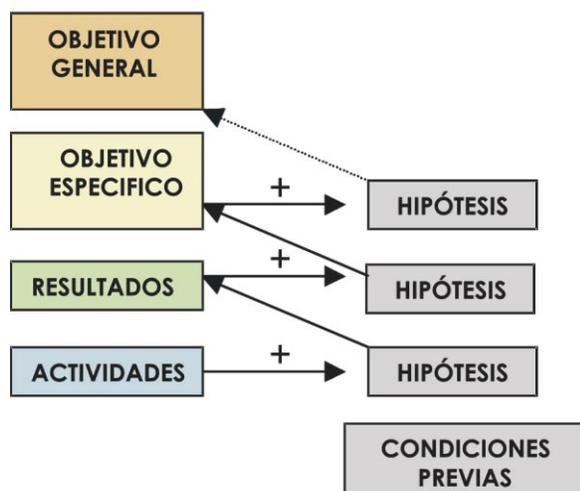


Fig. 52. Hipótesis. Fuente: Manual Gestión del ciclo de un proyecto. Comisión de las Comunidades Europeas. Holanda.1993.

Se lee de abajo hacia arriba así: Es necesario que

se den unas condiciones previas para empezar con el desarrollo de las actividades, estas actividades realizadas junto con las hipótesis conducen a la obtención de resultados, los cuales una vez son obtenidos conduce a alcanzar en su totalidad el objetivo específico y a contribuir a la consecución del objetivo general.

Para establecer la hipótesis es necesario evaluar los factores externos que pueden modificar o alterar el éxito de la intervención, si es prácticamente seguro que el factor se de, no es necesario incluirla en el marco lógico, si es bastante probable se coloca en la columna de hipótesis y si es imposible de darse es necesario replantear la actividad o el resultado que se pretende obtener.

Continuando con el desarrollo de la matriz del marco lógico se tiene:

### 4.6.3. Indicadores objetivamente verificables.

Dentro de la matriz de planificación, los indicadores objetivamente verificables permiten establecer parámetros de medición con relación a la obtención de los objetivos y resultados, lo cual permite hacer un seguimiento y control en términos de cantidad y calidad.

Los indicadores referentes al objetivo general suelen ser más cualitativos, mientras que los que se refieren al objetivo específico y a los resultados son de tipo cuantitativo.

Un indicador se formula teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- A. Que sea preciso, es decir que mida el resultado ó el efecto del proceso y no el proceso mismo.
- B. Que responda a las siguientes preguntas:
  - Cuándo? (el periodo)
  - Cuánto? (La cantidad del producto)
  - Quién? (El grupo o la persona receptora)
  - Qué?
  - Dónde? (el lugar)

### Ejemplo de formulación de un indicador:

A 9 de agosto del 2005, se tiene al menos el 70% del área de ronda de la microcuenca Los Micos

(localidad Chapinero) restaurada por parte de la comunidad beneficiaria de la microcuenca.

- Cuándo? A 9 de agosto del 2005.
- Cuánto? se tiene al menos el 70% del área de ronda.
- Quién? por parte de la comunidad beneficiaria de la microcuenca.
- Qué? el área de ronda restaurada.
- Dónde? Microcuenca Los Micos.

**Continuación del ejemplo:**

	LOGICA DE INTERVENCIÓN	INDICADORES CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	FUENTES DE VERIFICACIÓN	HIPÓTESIS
Objetivo general	Aumento de la cobertura hídrica.	A partir de 2007 se ha aumentado en un 30% el caudal de la microcuenca X con relación al inicio del proyecto.		
Objetivo específico	Restauración de áreas de ronda.	A 70 de Octubre de 2006 se tiene el 100% del área de ronda de la microcuenca X restaurada por parte de la comunidad de los miccos.	Informe del proyecto tecnológico verificación en campo.	Las comunidades de ronda al inicio de ronda se la ejecución del proyecto.
Resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Restablecimiento de áreas de protección</li> <li>2. Aumento de la cobertura vegetal.</li> <li>3. Implementación de obras para el control de la erosión.</li> <li>4. Control de pavimentos en áreas de ronda.</li> </ol>	<p>A 9 de Agosto de 2006 se tiene restablecido el 100% de las áreas de ronda de la microcuenca X por parte de la comunidad de la zona de la vereda Y.</p> <p>A 70 de Junio de 2006 se tiene restablecido el 100% de las áreas de ronda de la microcuenca X por parte de la comunidad de la zona de la vereda Y.</p>	<p>Informe periódico del proyecto tecnológico verificación en campo.</p> <p>Verificación en campo y reportes tecnológicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- las condiciones de seguridad permiten el acceso al área.</li> <li>- las especies vegetales plantadas se adaptan y sobreviven.</li> <li>- Se reducen los usos de aguas de acedemias al cuerpo hídrico.</li> <li>- las pobladores del área no permiten el acceso de ganado.</li> </ul>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizar a los propietarios de predios que poseen áreas de ronda.</li> <li>2. Aplicar la normatividad vigente.</li> <li>3. Verificar las necesidades de restauración en cada predio.</li> <li>3.2 Implementar los medios de restauración.</li> </ol>	<p>Recurso humano: 170 horas</p> <p>Material: 40 m<sup>3</sup></p> <p>1. Organización al Auditorio</p> <p>Claro</p>	<p>2'000.000</p> <p>1'300.000</p> <p>400.000</p> <p>200.000</p> <p>300.000</p> <p>6'400.000</p>	<p>La comunidad del área de influencia del proyecto es receptiva al mismo.</p> <p>Los propietarios de los predios que poseen áreas de ronda permiten la intervención.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la época de intervención permiten la implementación de los medios.</p>

**Condiciones previas**

- 1. Disponibilidad de recursos
- 2. Entusiasmo de los propietarios de los predios.

#### 4.6.4. Fuentes de verificación

Cada indicador debe poseer una fuente donde se pueda verificar el grado de avance de cada resultado, la cual debe ser fiable y accesible. La fuente no corresponde a una entidad o una organización sino a un documento tangible o en algunos casos a la observación visual.

Como fuentes de verificación se tienen los registros fotográficos, las encuestas, los informes, las actas, videos y listados entre otros.

#### 4.6.5. Medios y Costos

Los medios corresponden a los insumos necesarios para la ejecución de las actividades planeadas, estos pueden ser humanos (expertos, técnicos y apoyos), físicos (instalaciones, equipos, materiales) y financieros (viáticos, viajes, subcontratación). Cada medio se trabaja con relación a una actividad, por lo tanto es necesario que cada actividad sea lo suficientemente clara para que pueda ser traducida a costos reales.

Los costos se refieren al valor que tiene la ejecución de cada actividad, estos deben ser calculados según los requerimientos humanos, materiales y financieros para cada actividad y la gestión.

Finalmente, una vez se han planteado los medios y los costos, se ha completado la estructura de la matriz de planificación del marco lógico.

A las personas interesadas en adelantar proyectos de restauración de rondas y nacederos se les recomienda aplicar todo este proceso a su situación particular y con un documento escrito dirigirse al DAMA a la subdirección de **Ecosistemas y Biodiversidad** con el fin de recibir la orientación y acompañamientos respectivos, pues se trata de que las comunidades se involucren en este interesante e importante tema para que Bogotá tampoco sea indiferente con su medio ambiente.

# LISTADO DE ANEXOS

## ANEXO No.1

### Estaciones metereológicas ubicadas en el Distrito Capital.

NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE ESTACIÓN	ENTIDAD RESPONSABLE
Juan Rey	Usme	Pluviográfica	CAR
El Delirio	San Cristóbal	Pluviográfica	CAR
Vitelma	San Cristóbal	Pluviográfica	CAR
Guadalupe	San Cristóbal	Pluviográfica	CAR
San Francisco	Chapinero	Pluviográfica	CAR
El Verjón	Chapinero	Pluviográfica	CAR
El Granizo	Chapinero	Pluviográfica	CAR
Cama Vieja	Chapinero	Pluviográfica	CAR
San Luis	Chapinero	Pluviográfica	CAR
Casa Bombas	Chapinero	Pluviográfica	CAR
Lab. La Honnona	Chapinero	Pluviográfica	CAR
La Vieja	Chapinero	Pluviográfica	CAR
Contador	Usaquén	Pluviográfica	CAR
San Rafael	Usaquén	Pluviográfica	CAR
Serrezuela	Usaquén	Pluviográfica	CAR
Conejera	Suba	Pluviográfica	CAR
Cerro de Suba	Suba	Pluviográfica	CAR
Fontibón	Fontibón	Pluviográfica	CAR
Techo	Kennedy	Pluviográfica	CAR
Bosa Barreno 2	Bosa	Pluviográfica	CAR
C. Tanque	Ciudad Bolívar	Pluviográfica	CAR
Quiba	Ciudad Bolívar	Pluviográfica	CAR
Santa Lucía	Ciudad Bolívar	Pluviográfica	CAR
El Dorado	Fontibón	Climatológica principal	EAAB
Apto. El Dorado	Fontibón	Climatológica principal	EAAB
Escuela Col. Ingeniería	Usaquén	Climatológica principal	EAAB
Universidad Pedagógica	Chapinero	Climatológica ordinaria	EAAB
ESAP	Chapinero	Climatológica ordinaria	EAAB
Jardín Botánico	Engativa	Climatológica ordinaria	EAAB
Universidad Nacional	Teusaquillo	Climatológica ordinaria	EAAB
Venado Oro	Santa Fé	Climatológica ordinaria	EAAB
Clinica San Rafael	San Cristóbal	Climatológica ordinaria	EAAB

## ANEXO No. 2

### Sistema Hidrográfico del Distrito Capital

GRAN CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	LOCALIDAD
RÍO MAGDALENA	RÍO BOGOTÁ	Teusacá	Q. Farias, Los Micos, Los santos, Gallinas, Turín, el Amoladero, León, Carrizal,	Chapinero
			El verjón, Montañuela,	
			Q. el Verjón, Micos, Montañuela, Centella, Boquerón La Esperanza	Santa Fe
		Salitre	Q. Soratama, La Cita Arauquita, San Cristóbal. Bosque de Pinos, Contador, Bosque Medina, Trujillo, Serrezuela, Molinos Quebradita, Morací, la Sureña, Puente Piedra.	Usaquén
			Q. Chicó, Los Olivos, Cabrera, Rosales, La vieja, Las Delicias, el Delirio, Arborispo.	Chapinero
			Río Arzobispo	Santa Fe
		Fucha	Río San Francisco, San Bruno, Mina, Manzanares, Chorrerón, Las Lajas, las Peñas, Santo Domingo, Mochón del Diablo, padre Jesús, Río Seco, Q. Los Laches	Santa Fe
			Q. Pichoza, Río San Cristóbal	San Cristóbal
			Q. Albina	zona sur
		Tunjuelo	Q. Chorro Colorado, Chorro Silverio, Aguamonte, Seca Morales, Verejones, Nutria Chiguaza, Zuque, Puente Colorado	S. Cristóbal
			Q. Sta Librada alta, Bolonia, San Pedrina, Arrayanal Yomasa, Chuniza, las Caquezas, Fucha, Ajizal Chiguacita, El Projo, La Hoya del Ramo, Fiscala, Requilina,	Usme
			Q. Yerbabuena, Zanjón de la Estrella, Trompetica, Zanjón de la Estrella, Peña Colorada, Limas, Carbonera, Santa Rita, Santa Viviana, Zanjón de la Muralla, Zanjón del Ahorcado, La Pina, El Barro de Las Mercedes, Santa Rosa, Paso Negro, Los Alisos, Guaduas, Cuevecitas, Santa Rosita, Paso Colorado, La Porquera, Quiba, la Horqueta	C. Bolívar
	RÍO SUMAPAZ	Río del Pilar	Q. Honda, Piñuelal, Quitasol, Alcanta, Cañada Honda, Granada, Pedregosa, San Antonio, El Gache, El Chuscal,	Sumapaz
			La Hemosura, El Cordón, El Tigre, El Oro, Cuartas, El Salitre, la Espuela, Catedral, Andabobos	
	RIO META	RIO BLANCO / LOS MEDIOS	Río Blanco	Q. Chirrenche
Río Tabaco			Q. Paso de Mula, la Miel, Llano Grande	Sumapaz
Río Gallo			Q. El Rancho, Leona Cajamarca	Sumapaz
Río Santa Rosa			Q. Tanque Río Grande, Río Tanquecitos, Q. Auras, Verde	Sumapaz
Río Chochal			Río los Cáquezas, Q. Laguna Colorada, Amarillos, La Plata	Sumapaz

### ANEXO No. 3

## Tipos de bosques y fragmentos de vegetación asociado a rondas de microcuencas del Distrito Capital.

TIPO DE BOSQUE O FRAGMENTO DE VEGETACIÓN.	DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y ESPECIES DOMINANTES.	CUERPO HÍDRICO	LOCALIDAD
Bosque ripario de Alisos ( <i>Alnus acuminata</i> )	Estrato arbóreo[1] => Alisos. Estrato subarbóreo => Arrayán ( <i>Myrcianthes leucoxila</i> ), el Raque ( <i>Vallea stipularis</i> ), el Sauco montañero ( <i>Viburnum triphyllum</i> ), el Garrocho ( <i>Viburnum tinoides</i> ). Estrato arbustivo => Chusque ( <i>Chusquea scandens</i> ), el Jome ( <i>Eupatorium aristei</i> ) y las moras ó zarzas ( <i>Rubus spp.</i> ). Estrato herbáceo[2] => Helechos.	Río Teusacá y sus quebradas afluentes.	Chapinero y Santa Fé.
Bosque ripario de Cedros ( <i>Cedrela montana</i> )	Estrato arbóreo => Cedros. Estrato subarbóreo => Cordoncillo ( <i>Piper lacunosum</i> ), el Cúcharo ( <i>Myrsine guianensis</i> ) y el Cuchara rosado ( <i>Myrsine guianensis</i> ). Estrato arbustivo => EL Arrayán ( <i>Myrcianthes leucoxila</i> ), el Raque ( <i>Vallea stipularis</i> ), el Espino Garbanzo ( <i>Duranta multisii</i> ), el Tuno esmeraldo ( <i>Miconia squamulosa</i> ), el Chusque ( <i>Chusquea scandens</i> ) y la mora ( <i>Rubus spp.</i> ). Estrato herbáceo => Helechos y Antunos.	Cuenca media del río Teusacá y la cuenca media del río Mugroso	Chapinero y Usme
Bosque ripario de Tíbar ( <i>Escallonia paniculata</i> )	Estrato arbóreo => Tíbar ( <i>Escallonia paniculata</i> ), el Guayabo ( <i>Myrcianthes rhopaloides</i> ) y el helecho arborescente ( <i>Cyathea spp.</i> ). Estrato subarbóreo => Raque ( <i>Vallea stipularis</i> ) y el palo amarillo ( <i>Bocona integrifolia</i> ). Estrato arbustivo => Tomatillo ( <i>Solanum oblongifolium</i> ).	Cuenca media y baja del Teusacá.	Chapinero
Bosque de Palo real ( <i>Cordia lanata</i> ) y Mano de oso ( <i>Oreopanax floribundum</i> )	Estrato arbóreo => el Palo real ( <i>Cordia lanata</i> ), acompañado del Mano de oso ( <i>Oreopanax floribundum</i> ) y el cordoncillo. Estrato arbustivo => como el Arrayán ( <i>Myrcianthes leucoxila</i> ), el Raque ( <i>Vallea stipularis</i> ), el Espino Garbanzo ( <i>Duranta multisii</i> ) y el Chusque ( <i>Chusquea scandens</i> ).	Cañadas de la vereda Olarte (Usme) y en la quebrada la Vieja.	Usme, Chapinero
Bosque ripario de Raque ( <i>Vallea stipularis</i> ) y Sauco montañero ( <i>Viburnum triphyllum</i> ).	Estrato arbóreo => el Sauco montañero ( <i>Viburnum triphyllum</i> ) y el Raque ( <i>Vallea stipularis</i> ), un estrato arbustivo en el que predomina el Arrayán ( <i>Myrcianthes leucoxila</i> ), acompañado por el Corono ( <i>Xylosma spiculiferum</i> ), el Palo blanco ( <i>Ilex kunthiana</i> ), el té Bogotano ( <i>Symplocos theiformis</i> ), el Espino ( <i>Berberis rigidifolia</i> ) y la mora ( <i>Rubus floribundus</i> ).	Quebradas en Barro, la Piña y Honda.	Ciudad Bolívar y Santa Fé.
Bosque de Duraznillo ( <i>Abatia parviflora</i> )	Estrato arbóreo => Duraznillo ( <i>Abatia parviflora</i> ) y el Mano de oso ( <i>Oreopanax floribundum</i> ). Estrato arbustivo => Tuno esmeraldo ( <i>Miconia squamulosa</i> ), algas Solanaceas y el Chusque ( <i>Chusquea spp.</i> ).	Quebradas de la vereda las Mercedes. Río Tunjuelo, Mugroso, Río San Francisco.	Ciudad Bolívar, Usme y Santa Fé.
Rastrojo ripario de Raque ( <i>Vallea stipularis</i> )	Estrato arbustivo => raque ( <i>Vallea stipularis</i> ), Canelo ( <i>Drymis granadensis</i> ), Nazareno ( <i>Tibouchina grossa</i> ), el Amargoso ( <i>Ageratina aristei</i> ) y el Mano de oso de párama ( <i>Oreopanax multisii</i> ).	Q. las Gallinas, los Santos y Fariás. Q. La esperanza y Boquerón. Quebradas tributarias del Río San Francisco cuenca alta.	Chapinero Santa Fé San Cristóbal
Rastrojo ripario de Rodamonte ( <i>Escallonia myrtilloides</i> ) y Amargoso ( <i>Ageratina aristei</i> )	Estrato arbustivo => Rodamonte ( <i>Escallonia myrtilloides</i> ), el Amargoso ( <i>Ageratina aristei</i> ), el Chusqueón ( <i>Chusquea weberbaueri</i> ), el Mano de oso de párama ( <i>Oreopanax multisii</i> ) y algunas Ericáceas.	Nacimientos del los ríos Teusacá, San Francisco y San Cristóbal	Chapinero Santa Fé San Cristóbal

## ANEXO No. 4

### Especies vegetales bioindicadoras de diferentes tipos de ambientes

BIOINDICADOR DE:	ESPECIE
Suelos húmedos	Junco ( <i>Juncus effusus</i> )
	Charne ( <i>Bucquetia glutinosa</i> )
	Nazareno ( <i>Tibouchia grossa</i> )
	Puya ( <i>Puya santosii</i> )
	Cyperacea ( <i>Cyperus spp.</i> )
	Caña brava ( <i>Arundo donax</i> )
	Hoja de pantano ( <i>Gunnera bogotana</i> )
	Balazo ( <i>Monstera deliciosa</i> )
	Anturios ( <i>Athurium spp</i> )
Suelos Rocosos	Uva de monte ( <i>Macleania rupestris</i> )
	Tagua ( <i>Gaiadendron punctatum</i> )
	Romero Blanco ( <i>Diplostephium rosmarinifolium</i> )
	Falsa reventadera ( <i>Gaultheria erecta</i> )
	Pegamosco ( <i>Befaria resinosa</i> )
Baja humedad atmosférica	Hayuelo ( <i>Dodonaea viscosa</i> )
	Penca ( <i>Agave americana</i> )
	Espino Garbanzo ( <i>Duranta mutissi</i> )
Alta humedad atmosférica	Bromelias
	Canelo de monte ( <i>Drimys granadensis</i> )
	Salvio amarillo ( <i>Buddleja americana</i> )
	Rodamonte ( <i>Escallonia myrtilloides</i> )
	Guardarroció ( <i>Hypericum goyanesii</i> )
	Musgos
	Helecho arborecente ( <i>Cyathea spp</i> )
	Licopodios
Ambientes fríos	Carrizo ( <i>Swallenochloa tessellata</i> )
	Romero de páramo ( <i>Diplostephium revolutum</i> )
	Falsa reventadera ( <i>Gaultheria sp.</i> )
	Blanquillo ( <i>Eupatorium agustinifolium</i> )
	Chite ( <i>Hypericum strictum</i> )
	Valeriana spp.

## ANEXO No. 5

### Fichas técnica de especies recomendadas para áreas de rondas y nacederos

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	M.S.N.M	PORTE	DIAM. COPA	FUNCIÓN	USO	ASOCIACIÓN
Amargoso	<i>Ageratina aristei</i>	3000-3300	Arbusto (3.5 m)	3-4 m	Precursor leñoso	Barrera antiganado.	<i>Vallea stipularis</i> , <i>Tibouchina grossa</i> , <i>Drymis granadiensis</i> , <i>Gaultheria anastomosans</i> , <i>Hypericum goyanessii</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	200-3100	Árbol (15 m)	10 - 12 m	Precursor leñoso	Para mejorar el suelo, como forraje y en la ebanistería	<i>Miconia squamulosa</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Eupatorium agustifolium</i> , <i>Duranta mutisii</i>
Chilco, ciro	<i>Baccharis latifolia</i>	2500-2950	Arbusto (3 m)	4 - 5 m	Precursor leñoso	Recuperación de suelos compactados	<i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum tinoides</i> , <i>Duranta mutisii</i> , <i>Myrcianthes leucoxylo</i> , <i>Berberis rigidifolia</i>
Borrachero rojo	<i>Brugmansia sanguinea</i>	2300-2900	Árbol (5-8 m)	5 m	Precursor leñoso	Barrera antiganado	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virborium spp.</i>
Canelo	<i>Drymis granadiensis</i>	3100-3300	Arbol (18 m)	6 - 10 m	Precursor leñoso	Barrera contra heladas y medicina.	<i>Tibouchina grossa</i> , <i>Myrcia dugandii</i> , <i>vallea stipularis</i> , <i>Weinmannia spp.</i>
Garbanzo	<i>Duranta mutisii</i>	2500-2900	Arbusto (6 m)	4 - 6 m	Precursor leñoso	Barrera antiganado y conformación de setos.	<i>Miconia squamulosa</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Eupatorium agustifolium</i> , <i>Duranta mutisii</i>
Rodamonte	<i>Escallonia myrtilloides</i>	3200-3600	Arbusto, Arbolito o Árbol (15 m)	10 - 12 m	Precursor leñoso	Ornamental	<i>Weinmannia tomentosa</i> , <i>Polylepis quadrijuga</i> , <i>swallenochloa tessellata</i>
Jome, blanquillo	<i>Ageratina aristei</i>	2800-3100	Arbusto (3 m)	2 - 4 m	Precursor leñoso	Estabilización de taludes, Barrera contra heladas.	<i>Miconia squamulosa</i>
Tuno	<i>Miconia squamulosa</i>	2500-3000	Arbusto (5-8 m)	3 - 5 m	Precursor leñoso	Inducción de matorrales, postes y leña	<i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Ageratina angustifolia</i> , <i>Duranta mutisii</i>
Zarza	<i>Rubus bogotensis</i>	2800-3300	Arbusto bejucoso (5 m)	-	Precursor leñoso	Barrera antiganado y sofocamiento de retamo espinoso.	<i>Miconia squamulosa</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Ageratina angustifolia</i> , <i>Duranta mutisii</i>

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	M.S.N.M	PORTE	DIAM. COPA	FUNCIÓN	USO	ASOCIACIÓN
Mora	<i>Rubus floribundus</i>	2200-2900	Arbusto (2 m)	-	Precursor leñoso	Barrera antigangado y sofocamiento de retamo espinoso.	<i>Miconia squamulosa</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Ageratina angustifolia</i> , <i>Duranta mutisii</i>
Sietecueros de páramo, Nazareno	<i>Tibouchina grossa</i>	3000-3250	Arbusto (5 m)	3 - 6 m	Precursor leñoso	Ornamental, jardinería.	<i>Vallea stipularis</i> , <i>Drymis granadensis</i> , <i>Ageratina aristefii</i> , <i>Chusquea spp</i> y <i>Myrcia dugandii</i> .
Raquel, Flor de Mayo	<i>Vallea stipularis</i>	2600-3000	Arbolito (6 m) Árbol (16 m)	4 - 8 m	Precursor leñoso	Ornamental y en postería.	<i>Alnus sp.</i> , <i>Miconia squamulosa</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Rubus sp.</i> , <i>Ageratina angustifolia</i> , <i>Duranta mutisii</i>
Duraznillo	<i>Abatia parviflora</i>	2400-3200	Árbol (15 m)	6 m	Inductor preclimático	Ornamental, en la ebanistería	<i>Chusquea scandens</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Verbesina elegans</i>
Espino	<i>Barnadesia spinosa</i>	2500-2900	Arbolito (6 m)	5 m	Inductor preclimático	Cerca viva, Barrera antigangado	<i>Miconia spp.</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum spp.</i>
Cedro	<i>Cedrela montana</i>	2300-2900	Árbol (25 m)	10 - 12 m	Inductor preclimático	En la ebanistería	<i>Miconia squamulosa</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Xylosma spiculiferum</i> , <i>Ageratina angustifolia</i> , <i>Duranta mutisii</i> , <i>Muehlenbeckia thamnifolia</i>
Palo real, Salvia	<i>Cordia lanata</i>	2500-2900	Arbolito (6 m) Árbol (10 m)	5 - 8 m	Inductor preclimático	Inducción de matorrales, su madera es usada para postes, cabos y bordones.	<i>Miconia squamulosa</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Virburnum triphyllum</i> , <i>Xylosma spiculiferum</i> , <i>Alnus acuminata</i> , <i>Oreopanax floribundum</i>
Chusque, Carrizo	<i>Chusquea scandens</i>	2750-3300	-	-	Inductor preclimático	Estabilización de taludes, cestería	<i>Chusquea scandens</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Verbesina elegans</i> , <i>Alnus acuminata</i>
Chusque	<i>Chusquea verberbauerii</i>	3150-3400	-	-	Inductor preclimático	Estabilización de taludes, cestería	<i>Chusquea scandens</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Verbesina elegans</i> , <i>Alnus acuminata</i>
Tobo, tibar	<i>Escallonia paniculata</i>	2500-2900	Árbol (8-18 m)	8 - 12 m	Inductor preclimático	Ornamental, utilizada para postes y cercas	<i>Cedrela montana</i>

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	M.S.N.M	PORTE	DIAM. COPA	FUNCIÓN	USO	ASOCIACIÓN
Mortiño	<i>Hesperomeles</i> sp.	2900-3300	Arbustos y Arbolitos (6 m)	2 - 4 m	Inductor preclimático	Barreras antiganado y contra heladas	<i>Ericáceas, Rubus</i> spp., <i>Vallea stipularis</i> , <i>ilex kunthiana</i> , <i>Berberis rigidifolia</i> , <i>Duranta mutisii</i>
Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	2400-2900	Arbolito (6 m) Árbol (16 m)	4 - 6 m	Inductor preclimático	Restauración de zonas con erosión, ornamental	<i>Weinmannia tomentosa, Prunus buxifolia</i>
Cordoncillo	<i>Piper bogotense</i>	2300-2900	Arbolito (6 m) Árbol (15 m)	5 - 10 m	Inductor preclimático	Conformación de cordones ornitócoros	<i>Piper lacunosum, Solanum oblongifolium, Barnadesia spinosa</i>
Cerezo	<i>Prunus buxifolia</i>	2300-2900	Árbol (10 m)	10 - 12 m	Inductor preclimático	Conformación de cordones ornitócoros y en la ebanistería	<i>Cedrela montana, Weinmannia tomentosa, Prunus buxifolia</i>
Tomatillo	<i>Solanum oblongifolium</i>	2400-3100	Arbolito (5 m)	2 - 4 m	Inductor preclimático	Control de erosión y Ornamental	<i>Piper lacunosum, Piper bogotense, Barnadesia spinosa, Alnus acuminata</i>
Garrocho	<i>Viburnum tinoides</i>	2600-2800	Arbolito (4-8 m)	4 - 6 m	Inductor preclimático	Ornamental, cercas vivas.	<i>Duranta mutisii, Vallea stipularis</i>
Corono	<i>Xylosma speculiferum</i>	2300-2900	Arbolito (4-8 m)	3 - 5 m	Inductor preclimático	Recuperación de focos de erosión y en setos ornamentales	<i>Cordia lanata, Vallea stipularis, Myrcianthes leucoxylo y Viburnum triphyllum. Duranta mutisii, Barnadesia spinosa.</i>
Sauco montañero	<i>Viburnum triphyllum</i>	2500-2800	Arbolito (6 m)	4 - 6 m	Inductor preclimático	Ornamental y en la ebanistería	<i>Vallea stipularis, Miconia squamulosa.</i>
Mano de oso	<i>Oreopanax floribundum</i>	2000-3100	Árbol (20 m)	4 - 8 m	Inductor preclimático	Ornamental funciona en barreras cota fuegos y en la Ebanistería	<i>Cedrela montana, Weinmannia tomentosa, Prunus buxifolia</i>
Mano de oso (tres dedos)	<i>Oreopanax bogotense</i>	3000-3300	Árbol (20 m)	4 - 8 m	Inductor preclimático	Ornamental funciona en barreras cota fuegos y en la Ebanistería	<i>Cedrela montana, Weinmannia tomentosa, Prunus buxifolia</i>

## ANEXO No. 6

### Ficha de levantamiento de información básica en el área a intervenir

Nombre del predio	
Altitud	
Pendiente	
Localidad	
Vereda	
Fecha del levantamiento	
Mes	
Potencial físico	
Clima	
	Temperatura, precipitación
Suelo	Descripción física: Arenoso, arcilloso, con limos ...., si es necesario tomar muestra de suelos para análisis químico, y descripción del uso.
Potencial biótico, Tipo de vegetación presente, especies dominantes, Parches de vegetación cercanos	
Esquema general del predio	
Observaciones	Identificación de Tensionantes y limitantes.

## ANEXO No. 7

### Marco jurídico para el escenario de restauración de áreas de ronda en el Distrito Capital

ORDEN	DECRETO	ARTICULO
NACIONAL	Decreto 2811 de 1.974	Artículo 83 define como bienes inalienables e imprescriptibles del Estado (i) el álveo o cauce natural de las corrientes; (ii) el lecho de los depósitos naturales de agua, (iii) las playas marítimas, fluviales y lacustres; y (iv) una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la de cauce permanente de ríos y lagos hasta de 30 metros de ancho.
	1541 de 1978	Artículo 3, define como aguas de uso público: (i) los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no; (ii) las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural; (iii) los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos.  Artículo 14, dispone que tratándose de terrenos de propiedad privada situados en las riberas de los ríos, arroyos o lagos, en los cuales no se ha delimitado la zona de aguas máximas, ...., los suelos que los forman no accederán a los predios ribereños sino que se tendrán como parte de la zona o franja a que alude el artículo 83 del CNRN.
	LEY 79 DE 1986	Artículo 1: Declarase áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua. - Todos los bosques y la vegetación natural que se encuentren en los nacimientos de agua permanentes o no, en una extensión no inferior a doscientos (200) metros a la redonda, medidos a partir de la periferia.  - Todos los bosques y la vegetación natural existentes en una franja no inferior a cien (100) metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos, lagunas, ciénagas o depósitos de agua que abastezcan represas para servicios hidroeléctricos o de riego, acueductos rurales y urbanos, o estén destinados al consumo humano, agrícola, ganadero, o a la acuicultura o para usos de interés social.
	Constitución política de Colombia 1991	Artículo 80, consagra el derecho que tienen todas las personas a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, ...  Artículo 79, Establece como una de las Funciones del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, debiendo prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.
	Ley 99 de 1993	Artículo 61, Declara a la Sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos como de interés ecológico nacional, cuya destinación prioritaria será la agropecuaria y forestal.  Artículo 65. le confiere al Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá, entre otras la siguiente atribución: Promover, cofinanciar o ejecutar, .... obras y proyectos de irrigación, drenaje, recuperación de tierras, defensa contra las inundaciones y regulación de cauces o corrientes de agua, para el adecuado manejo y aprovechamiento de cuencas y micro-cuencas hidrográficas.
	Ley 373 de 1997	Artículo 16. Señala a título dispositivo: La protección de zonas de manejo especial. En la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos... para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación.
	Decreto 1729 de 2002	CAPITULO II. Artículo 4. Establece las finalidades, principios y directrices de la ordenación de una cuenca de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.

ORDEN	DECRETO	ARTICULO
	Ley 812 de 2003	<p>Artículo 89. Sobre la protección de zonas de manejo especial, modifica el artículo 16 de la Ley 373 de 1997, añadiéndole los siguientes párrafos:</p> <p>Parágrafo 1°. Los recursos provenientes de la aplicación del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico de conformidad con el respectivo Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca.</p> <p>Parágrafo 2°. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamentará la creación, funcionamiento y composición de los Consejos de Agua o Cuencas en concertación con las Autoridades Ambientales.</p>
DISTRITAL	Acuerdo 06 de 1990	Artículo 141. Faculta a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP para realizar el acotamiento y demarcar las rondas de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y canales dentro del territorio del Distrito Capital.
	Acuerdo 5 de 1994	Artículo 7. Declara como de responsabilidad de La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá las rondas y zonas de manejo y preservación ambiental del sistema hídrico del Distrito Capital, para que sean convertidas en áreas ambientales de manejo especial.
	Acuerdo 31 de 1996	Artículo 10. Define la ronda hidráulica como “una franja hasta 30 metros a lado y lado de la línea de borde del cauce natural de los cuerpos de agua” y sólo podrá utilizarse para usos forestal, y se permite únicamente senderos peatonales, ciclovías, canchas deportivas y equipamiento urbano de uso público.
	Acuerdo 19 de 1996	Establece que a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP, le corresponde proteger las cuencas hidrográficas que utiliza en cumplimiento de sus objetivos y funciones adelantando las acciones necesarias para tal efecto.
	Decreto 619 de 2000 (POT)	<p>Artículo 8. La Estructura Ecológica Principal tiene como base la estructura ecológica geomorfológica y biológica original y existente en el territorio. Los cerros, el valle aluvial del río Bogotá y la planicie son parte de esta estructura basal. El conjunto de reservas, parques y restos de la vegetación natural de quebradas y ríos son parte esencial de la Estructura Ecológica Principal deseable y para su realización es esencial la restauración ecológica.</p> <p>Artículo 12. Definiciones aplicadas a la Estructura Ecológica Principal.</p> <p>1. Ronda hidráulica: es la franja paralela a la línea media del cauce o alrededor de los nacimientos o cuerpos de agua, hasta de 30 metros de ancho (a cada lado de los cauces), de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Ley 2811 de 1974.</p> <p>2. Zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA): es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente al mantenimiento, protección, preservación o restauración ecológica de los cuerpos y cursos de agua y ecosistemas adyacentes.</p> <p>3. Valle aluvial: es una franja de anchura variable, determinada con criterios geomorfológicos e hidrológicos, constituida por el cauce y el conjunto de vegas, depresiones o basines localizadas a lo largo del cauce o en las riberas de un embalse, laguna, lago o chucua, las cuales son ocupadas por las aguas durante las crecidas altas o extraordinarias, constituyendo así la zona de amortiguación de crecientes ...</p> <p>Artículo 412. Establece el régimen de usos de las áreas para la producción sostenible de manejo especial. Los usos condicionados dentro de este artículo serán permitidos con el cumplimiento entre otros los siguientes requisitos: para el sector agrícola y pecuario: la implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas, la preservación y restauración de la cobertura vegetal protectora de las rondas y nacimientos de agua.</p>
Decreto 061 de 2003 (PGA)	<p>Artículo 7. Establece las Estrategias Generales de la Gestión Ambiental. El numeral 7 resalta la estrategia de “Manejo Físico”, dentro de las líneas de acción de esta estrategia se presenta la protección y restauración de ecosistemas estratégicos.</p> <p>El Artículo 9. Define los Programas del Plan de Gestión Ambiental. En el numeral 2, se plantea como uno de sus subprogramas la Restauración Ecológica en Ecosistemas Nativos y Antrópicos.</p>	
	Norma técnica Ns-118/2002	Esta norma técnica establece los lineamientos básicos para la realización e implementación de diseños de restauración ecológica y rehabilitación paisajística en las zonas de ronda, manejo y preservación ambiental de las microcuencas del Distrito Capital.

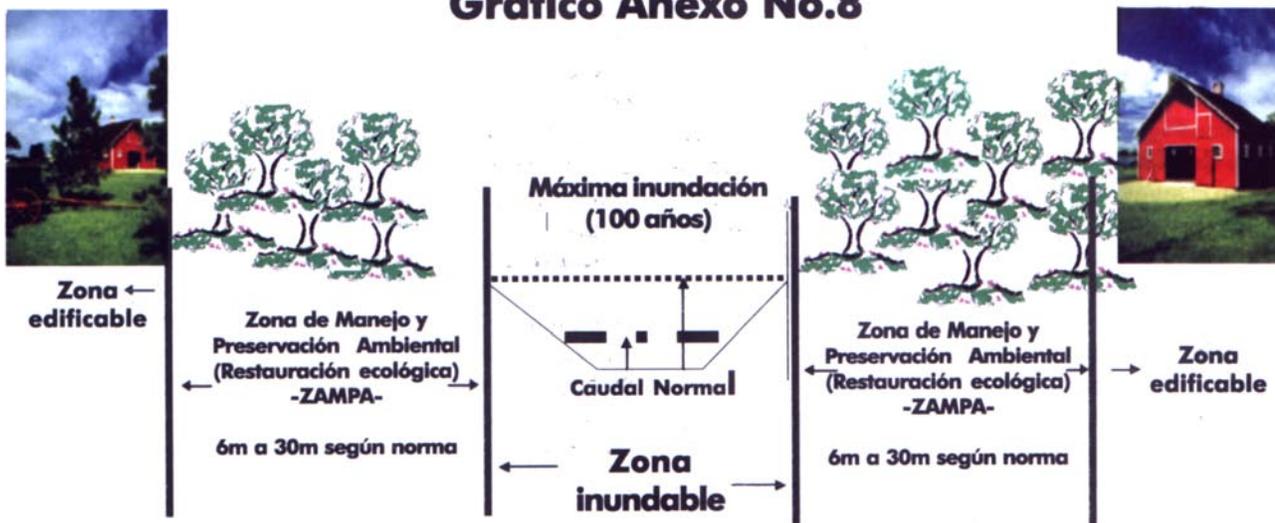
## ANEXO No. 8

### Dimensiones de la Ronda y Zona de Manejo y Preservación Ambiental en el D.C.

1	EN AREAS DE RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE LOS CERROS ORIENTALES	La RH tendrá un ancho único de 30 metros. La ZMPA tendrá un ancho único de 15 metros.
2	EN ZONAS SUB URBANAS POR FUERA DE LA RESERVA FORESTAL.	La RH tendrá un ancho que oscilará entre 6 a 30 metros a partir de la creciente de los 100 años, y será definida por pendientes superiores al 60% en las márgenes de las quebradas. La ZMPA tendrá un ancho máximo de 15 metros y será definida con criterios geotécnicos, ambientales y urbanísticos.
3	ZONAS URBANAS CONSOLIDADAS	La RH tendrá un ancho igual y correspondiente al nivel de la creciente de los 100 años y la ZMPA tendrá un ancho máximo de 15 metros que serán definidos con criterios geotécnicos, ambientales y urbanísticos.

Fuente: Estudios EAAB - ESP - para las microcuencas ubicadas en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristobal, Usme y Ciudad Bolívar.

### Gráfico Anexo No.8



### Zona de Ronda Hidráulica (Decreto 469/03)

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Acuífero:** red de flujo subterráneo del agua. Cada cuenca hidrográfica tiene un acuífero asociado cuyos límites pueden o no coincidir con los de la red hidrográfica superficial. El acuífero presenta zonas de recarga y zonas de descarga, entre las que fluye el agua subterránea.

**Agroforestería:** tecnología que combina la producción agrícola y/o pecuaria con el cultivo de árboles, en arreglos espaciales o temporales. Se trata de una opción de compromiso entre la productividad y la conservación de los recursos naturales, base de esa misma productividad.

**Árbol:** organismo vegetal leñoso de 6 metros o más de altura, que se yergue por sí mismo y se ramifica por encima de la mitad de su altura. En su sentido más amplio esta categoría incluye también las palmas.

**Arbolito:** organismo vegetal leñoso de menos de 6 metros de altura, que se yergue por sí mismo y se ramifica por encima de la mitad de su altura. Los juveniles o brinzales de los árboles generalmente son morfológicamente arbolitos, pero no todos los arbolitos en un rodal son juveniles de árboles, pues algunos son adultos que alcanzan su madurez reproductiva en esa talla y forma.

**Arbusto:** organismo vegetal leñoso de menos de 6 metros de altura, que se yergue por sí mismo y se ramifica por debajo de la mitad de su altura. Si está lignificado hasta las ramitas se denomina frútice y si sólo lignifica en su base se considera sufrútice (sinónimo de subarbusto).

**Arcillas:** partículas constitutivas del suelo, cuyo diámetro es menor de 0,002mm, constituye el sistema coloidal donde quedan atrapadas las aguas.

**Arena:** partículas gruesas constitutivas del suelo, junto con arcillas y el limo, forman el sustrato del suelo.

**Asociación:** par o grupo de especies correlacionadas entre sí por la frecuencia con que coinciden en el espacio-tiempo. Comunidad vegetal dominada por dos o más poblaciones.

**Banco de plántulas:** conjunto de plántulas en estado latente, en el estrato rasante de una comunidad vegetal. Estas plántulas generalmente activan su crecimiento a consecuencia de algún estímulo, usualmente el incremento de iluminación resultante de una perturbación de los estratos superiores del rodal.

**Banco de semillas:** acumulación de semillas en el suelo en estado latente (dormancia) que usualmente germinan a partir de una perturbación, dinamizando la regeneración del rodal perturbado.

**Biosfera:** Es la franja de la tierra en la que se desarrolla la vida y se encuentran en funcionamiento los diferentes ecosistemas.

**Bosque de galería:** nombre dado a los cordones boscosos que acompañan a los cursos de agua.

**Bosque primario:** etapa climax del proceso de la sucesión vegetal primaria.

Bosque secundario: bosque de condiciones naturales, el cual hace su aparición después de la destrucción total o

parcial del bosque primario. Se diferencia del primario por su composición de especies y sus características.

**Caudal:** cantidad de agua que circula en un río.

**Comunidad:** Conjunto de poblaciones que habitan un determinado lugar en un momento concreto.

**Corredor de dispersión:** franja más bien continua (en lo que se distingue de los estribones) que por sus características ambientales (en especial de cobertura vegetal) conduce con mayor intensidad el tráfico de animales y propágulos vegetales a través del ecosistema o del mosaico de ecosistemas.

**Dispersores:** en sentido amplio, los agentes físicos y bióticos que dispersan los propágulos vegetales. En su acepción más usual, se refiere a los organismos animales que operan esta función, la zoocoria, en la que son especialmente importantes las aves y quirópteros (murciélagos).

**Edáfico:** relacionado con el suelo como ecosistema o compartimiento del ecosistema, considerando sus elementos y procesos físicoquímicos y bióticos.

**Enriquecimiento:** técnica de manejo de rodales subseriales (matorrales, rastrojos, bosques secundarios) consistente en la plantación de poblaciones que se quieren fomentar dentro de la sucesión, con fines de conservación, restauración, paisajismo o producción forestal.

**Escorrentía:** desplazamiento del agua sobre una superficie terrestre.

**Especie:** Conjunto de individuos que pueden intercambiar material genético a través del proceso reproductivo y generar descendencia fértil.

**Exurgencia:** ascenso del agua subterránea a la superficie del suelo. La exurgencia puede ser difusa, dando lugar a suelos pantanosos, o concentrada, en forma de manantiales. Exurgencia es similar a descarga del acuífero.

**Eutrofización:** aumento en la cantidad de nutrientes del agua.

**Facilitación:** proceso y relación por el que una población crea condiciones propicias para otra. La facilitación tiene implicación sucesional directa cuando la población facilitada eventualmente reemplaza a la facilitadora.

**Fisonomía:** apariencia general de una comunidad vegetal, resultante de la combinación de los morfotipos que la conforman (ej : fisonomía arbórea, arbustiva, pajonal arbustivo, rastrojo, etc.).

**Flora:** conjunto de especies vegetales con poblaciones presentes en un área dada.

**Heliófilo:** amante del sol; plantas que previeren las posiciones bien iluminadas. Son heliófilas facultativas, si toleran la luz, y heliófilas estrictas, si sólo pueden desarrollarse bajo la radiación directa del sol (ver esciófilo y umbrófilo).

**Herbáceo:** biotipo no leñoso. Órgano vegetal no lignificado. (ej : los pastos son un biotipo herbáceo).

**Hídrico:** relacionado con la humedad edáfica o el agua de escorrentía superficial o subterránea.

**Inductor preclimático:** categoría funcional que cobija

de modo muy amplio a poblaciones dinamogénicas cuyas diversas estrategias vitales les permiten establecerse una vez se ha conformado una cobertura leñosa más o menos continua (etapa del precursor leñoso) y gradualmente reemplazar a los precursores leñosos.

**Leñoso:** biotipos caracterizados por sus órganos lignificados (madera). Los árboles, arbolitos, arbustos y lianas son biotipos leñosos.

**Microcuencas:** se consideran así todos aquellos drenajes con una superficie inferior a 10 kilómetros. Según información del IDEAM se estima que de ellas depende aproximadamente el 80 % del agua potable que se consume en el país, las microcuencas con extensión menor de 10 km<sup>2</sup> superan las 700.000, de las cuales solamente el 15% se encuentran en la zona Andina.

**Morfotipo:** hábito de crecimiento (forma y talla) corriente y típica de una población vegetal. En un sentido amplio es sinónimo de biotipo.

**Percolación:** penetración dentro del agua en el suelo.

**Perturbación:** alteración drástica de uno y más elementos bióticos y abióticos de un ecosistema, que consigue alterar la estructura y función del mismo por un intervalo de tiempo medible.

**Pionera:** población que se establece en los primeros momentos de una sucesión primaria, es decir cuando la sucesión arranca sobre sustrato desnudo. En la sucesión secundaria -cuando arranca sobre los remanentes de vegetación que sobreviven a la perturbación- sólo puede aplicarse este término en un sentido muy amplio, a las primeras de las praderas que colonizan el rodal perturbado.

**Población:** Conjunto de individuos de una misma especie que habitan en un sitio determinado y que pueden reproducirse entre sí.

**Potencial biológico:** desde la perspectiva de la recuperación espontánea o inducida del ecosistema, es el conjunto de factores bióticos, locales o periféricos, que pueden iniciar y promover la sucesión sobre un lugar.

**Precursor leñoso:** dentro del modelo de esquema seral básico (Salamanca & Camargo, 1993) se denomina así a la población dinamogénica que se establece típicamente como primer elemento leñoso dentro de la serie, sobre sustrato desnudo o sobre la etapa herbácea. A través de las fases de colonización, agregación y consolidación pasa de formar parches a constituir la matriz leñosa del ecosistema, organizando los flujos de energía y creando, en algunos casos, condiciones propicias para el establecimiento de otras poblaciones que eventualmente les suceden.

**Propagación:** conjunto de técnicas aplicadas a la producción de material vegetal para plantación, a partir de esporas, semillas, plántulas, estacas, acodos, estolones, rizomas, etc.

**Propágulos:** unidades de dispersión de las plantas: semillas, esporas, embriones (como en los mangles rojos y los ágaves).

**Rastrojo:** tipo fisonómico de vegetación, caracterizado por la mezcla densa de biotipos leñosos arbóreos y arbustivos y la falta de una estratificación definida. En los rastrojos altos predominan los elementos arbóreos mientras que en

los bajos los arbustivos.

**Recarga:** en relación con el acuífero, es el proceso de entrada del agua al mismo. Las zonas de recarga del acuífero son aquellas con una presión hidráulica negativa, en donde predominan la infiltración y percolación sobre la exurgencia. Con frecuencia los páramos, zonas cacuminales y los lechos de los reservorios de agua superficial constituyen las principales zonas de recarga del acuífero.

**Recuperación:** restauración del potencial ambiental de un área dada para un uso o conjunto de usos predeterminado. La recuperación es el intervalo de la restauración que va de ecosistemas degradados a ecosistemas productivos para la obtención de bienes o servicios ambientales. La agroforestería tiene gran aplicación en la rehabilitación ambiental.

**Reforestación:** restablecimiento de cobertura forestal, independientemente de las especies, métodos y fines con que se haga.

**Regeneración:** término corrientemente empleado en el sentido de sucesión vegetal.

**Rehabilitación:** restauración de ecosistemas alterados, hasta el punto en que puedan regenerarse sin apoyo en un tiempo adecuado a los objetivos de manejo

**Resiliencia:** propiedad de los sistemas abiertos complejos, en general, y de los ecosistemas en particular, que, merced a la densidad y complejidad de las interacciones entre sus elementos, les permite retornar a un estado inicial, luego de una perturbación. Los ecosistemas de menor resiliencia son los más frágiles.

**Restauración:** restablecimiento artificial total o parcial de la estructura y función de ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas, por medio de la inducción de transformaciones ambientales en la dirección de las tendencias generales de la sucesión, lo que implica el manejo de factores físicos, bióticos y sociales. Restauración es sinónimo de sucesión asistida (o regeneración asistida).

**Revegetalización:** restablecimiento de la cobertura vegetal en la que se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles.

**Ripario:** propio de las márgenes hídricas. Vegetación característica de las orillas de los cuerpos de agua continentales.

**Ronda hídrica:** en la zona de reserva ecológica edificable, de uso público, constituida por una franja de hasta 30 metros paralela a lado y lado de los cuerpos de agua.

**Sucesión:** proceso de reemplazamiento de las poblaciones que conforman una comunidad por otras a través del tiempo. Desarrollo del ecosistema tendiente a la mayor captación del flujo de energía disponible, a través del crecimiento y organización gradual de su estructura. La regeneración natural de la cobertura vegetal es un ejemplo de sucesión.

**Sucesión ecológica:** comprende el proceso de cambios que experimenta un ecosistema a través del tiempo en la búsqueda de una mayor productividad, biomasa y estabilidad.

**Vivero:** instalación destinada a la propagación vegetal y el mantenimiento del material previo a su transporte al sitio de plantación.

# LITERATURA CONSULTADA

- CALLE Z. (2002). Germinación y Crecimiento del Arbolcillo Montano *quadrangularis* Sch. Bip. en Suelos Perturbados por Cerdos en Pastoreo y Remoción Manual del Pasto. Fundación CIPAV. Cali (Colombia).
- ANEL, A.C. (2002). Xpertinas 81 Nacional de Irrigación. Simposio 3. Manejo integral de cuencas. Del riego a la reforestación. México.
- CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS (2002). Handbook of Ecological Restoration. Volume 2. Restoration in practice. Cambridge.
- CAR (1999). Atlas Regional 25 años.
- CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. (2001). Restauración ecológica: Una introducción al concepto. Revista No. 21. Canarias.
- DAMA – INGENIERÍA Y PROYECTOS REGIONALES. INPRO. (1998). Diagnósticos ambientales y agropecuarios rurales. Bogotá, D.C.
- DAMA – FUNDACIÓN ESTACIÓN BIOLÓGICA BACHAQUEROS. (1998). Plan de manejo de ecosistemas estratégicos para las áreas rurales del Distrito Capital. Bogotá, D.C.
- DAMA – FUNDACIÓN ESTACIÓN BIOLÓGICA BACHAQUEROS. (2002). Protocolo Distrital de Restauración ecológica. Segunda Edición.
- DAMA (1995) Estudio de Impacto Ambiental de la Plantas de Tratamiento de aguas residuales para Santafé de Bogotá.
- DAMA (1997). Atlas Ambiental de Santafé de Bogotá.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS E.U.A. SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS. (1974). Manual de conservación de suelos. Editorial Limusa. 1ª Edición. México.
- EPAM, LTDA. (1999) Plan Integral de Ordenación y Manejo cuenca hidrográfica Río Teusacá.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. EAAB. FABIO PICO Y CIA LTDA. (Contrato No. SF-1-01-7000-790-1999). Delimitación zona de ronda hidráulica y zonas de manejo y preservación ambiental de las quebradas ubicadas en las localidades de Santa Fe y San Cristóbal. Bogotá, D.C.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. EAAB - PROAMBIENTE LTDA. (Contrato SF-1-01-7000-798-1999). Delimitación zona de ronda hidráulica y zona de manejo y preservación ambiental de las quebradas ubicadas en las localidades de Usme y Ciudad Bolívar.
- ESCOBAR QUINTERO, P. (1987) Caracterización y diagnóstico de la calidad sanitaria de las corrientes superficiales y canales de Bogotá.
- FESCOL – Departamento de Planeación Nacional. (1998). Los Acueductos rurales de las cuencas alta y media del río Teusacá. 1ª Edición.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. (1975). Manual de conservación de suelos de ladera, 1ª Edición. Chinchiná (Colombia).
- FESCOL – Departamento de Planeación Nacional. (1998). El agua y las organizaciones sociales. Prisma Asociados. Primera edición. Bogotá (Colombia).
- FORO EUROPEO DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO FORMATIVO S.L (1998). Gestión y Conservación de la Naturaleza. Tomo III. Barcelona (España).
- GUHL, E. (1995). Los páramos circundantes de la sabana de Bogotá. Fondo FEN Colombia. Bogotá, D.C.
- INPRO LTDA. (1999) Plan de Desarrollo Rural, Agropecuario y Ambiental Sostenible para Santafé de Bogotá - Diagnóstico agropecuario.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (2000). Guía de Restauración de Graveras. Madrid (España).
- IGAC (1996). Diccionario geográfico de Colombia.
- MEJIA Gutiérrez, M. (1982) Contribución al conocimiento de la climatología colombiana. Revista Geográfica.
- MICROSOFT CORPORATION. (2004). Biblioteca de consulta Encarta.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. COLOMBIA. (2003). Listado de especies usadas entro del programa Plan Verde para la recuperación de Cuencas Hidrográficas. Documento preliminar. Unidad Coordinadora. Bogotá, D.C.
- MURGUEITIO E, (2001). Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados. La experiencia del CIPAV en Colombia. Boletín ILEAE. Cali (Colombia).
- NORMA TÉCNICA NS118 (2001). Requisitos mínimos para la elaboración de diseños detallados para restauración ecológica y manejo paisajístico de la zona de ronda y la zona de manejo y preservación ambiental de las quebradas del Distrito Capital. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- ORGANIZACIÓN E LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. (2000). Memorias del taller electrónico Relaciones tierra – agua en cuencas hidrográficas rurales. Italia.
- ORGANIZACIÓN E LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. (2000). Manejo de cuencas, corrección de torrentes y de aludes, rehabilitación de tierras y control de erosión. Italia.
- ORGANIZACIÓN E LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. (2000). La ordenación de la cuenca hidrográfica del Valle del Doon: un esfuerzo para la restauración ecológica sostenible mediante la participación de la población. Italia.
- ORGANIZACIÓN E LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. (2000). Proyecto “Agricultura sostenible en zonas de ladera” / La microcuenca hidrográfica y porque?. Italia.
- ORTEGA, M. ET. AL (2002) Congreso Mundial de Páramos. Memorias. Tomo II.
- PEREZ A, (1990). Plantas útiles de Colombia. Tercera Edición. Editorial Victor Hugo. Medellín (Colombia)
- PROYECTO CENTA – FAO – HOLANDA. (2002). Protección y captación de pequeñas fuentes de agua. El Salvador.
- RODRIGUEZ , Gamez J.C. (2000). El agua en la historia de la Ciudad. Tomo I.
- SANCHEZ E, et. al. (2003). Modelo para la restauración de áreas degradadas. Kuxulkab ´Revista de Divulgación. Vol VII. No. 14.
- SENA – MINAMBIENTE. (1997). Manual técnico para el manejo integral de cuencas hidrográficas.
- SENA – MINAMBIENTE. (1998). Zonificación ambiental de una cuenca hidrográfica.
- VIEIRA, M. (2000). Manejo integrado de tierras “un enfoque para producir y conservar”. Documento de campo No.26.
- VILLARREAL, J. (1998). Planeación Local. Espacios para la participación Ciudadana y Comunitaria. Rodarl editores. Bogotá (Colombia).
- VINCENT, V. (1975). Geografía física general.

