

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA EN LA JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca– CAR
Subdirección de Administración de Recursos Naturales y Áreas Protegidas
República de Colombia

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	3
2	MARCO NORMATIVO	3
3	DEFINICIONES	7
3.1	SISTEMA FLUVIAL.....	7
3.2	PLANICIE DE INUNDACION	7
3.3	DEFINICIÓN DE RONDAS HÍDRICAS	8
4	METODOLOGIA	9
4.1	TOPOGRAFIA Y MODELO DIGITAL DE TERRENO	9
4.2	POSICIONAMIENTO GEODÉSICO	10
4.3	LEVANTAMIENTO TOPOBATIMÉTRICO	10
4.3.1	Con el sistema LIDAR.....	11
4.4	Modelo digital de Terreno	13
4.5	ANÁLISIS ECOSISTEMICO	14
4.6	ESTUDIO HIDROLOGICO.....	15
4.6.1	Con registros de caudal en el sitio de interés.....	16
4.6.2	Transposición de datos de caudal.....	16
4.6.3	Análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales	17
4.6.4	Modelos lluvia escorrentía	17
4.6.5	Modelos computacionales.....	18
4.7	ESTUDIO HIDRÁULICO	19
4.7.1	Topología del modelo	19
4.7.2	Caudales	21
4.7.3	Modelo hidráulico.....	21
4.7.4	Fronteras del modelo	23
4.7.5	Modelos computacionales.....	23
4.8	ANÁLISIS BÁSICO PREDIAL	26
4.9	ZONIFICACION Y USOS RECOMENDADOS DEL SUELO	27
5	BIBLIOGRAFÍA.....	29

FIGURAS

Figura 3-1 Sección transversal típica del cauce natural de un río según CRNR.....	8
Figura 4.1 Sistema LIDAR	11
Figura 4.2 Medidas de GPS, IMU y ALS	12
Figura 4-3 Definición topológica del modelo.....	20
Figura 4-4 Sección hidráulica típica.....	21
Figura 4-5 Cauce y canal con llanura de inundación y cauce de aguas altas.....	22
Figura 4-6 Balance de energía en un tramo de cauce.....	22

TABLAS

Tabla 4.1 Software para modelación hidrológica.....	19
Tabla 4.2 Software para modelación hidráulica.....	24

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

1 ANTECEDENTES

Dada la gran importancia que tiene la evaluación de eventos extremos de crecidas de ríos y quebradas para el adecuado ordenamiento del territorio, y tomando en cuenta las experiencias vividas en las emergencias invernales de los años 1979, 2006 y 2010 en la Sabana de Bogotá y las cuencas de Ubaté y Suárez, la Corporación ha estructurado un equipo técnico encargado de la evaluación de dichos eventos, y la delimitación de todas aquellas zonas que son propensas a inundaciones o desbordamientos de ríos y quebradas, con el fin de aislar estas áreas y darles un uso adecuado como el de protección y recuperación, además de contar con sistemas que permitan generar alertas antes del desencadenamiento de los eventos.

2 MARCO NORMATIVO

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente Decreto 2811 de 1974, establece una regulación en términos de propiedad con relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el Artículo 83, literal D, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. Asimismo, el Decreto establece las normas para la explotación y ocupación de cauces, playas y lechos; las servidumbres de riberas, la construcción y funcionamiento de obras hidráulicas; el uso, la conservación y la preservación de cauces y aguas. El Decreto consagra que para la explotación y ocupación de cauces, playas y lechos se requiere de permisos de la autoridad correspondiente. En la explotación la regulación menciona la extracción de material de arrastre (artículo 99), y la exploración y explotación de minerales (artículo 100). El artículo 101 ordena "...la suspensión provisional o definitiva de las explotaciones de que se derive peligro grave o perjuicio para las poblaciones y las obras o servicios públicos...". Con relación a la ocupación del cauce el Decreto señala las obras (artículo 102), la prestación de servicios como turismo, deporte, recreación (artículo 103); y el artículo 104 promulga que la ocupación permanente en las playas de los cauces solo se permite para la navegación, y que la transitoria requiere de autorización con excepción de la pesca de subsistencia.

En la servidumbre de riberas el Decreto consigna: "...Los dueños de predios ribereños están obligados a dejar libre de edificaciones y cultivos el espacio necesario para los usos autorizados por ministerio de la ley, o para la navegación, o la administración del respectivo curso o lago, o la pesca o actividades similares. En estos casos solo habrá lugar a indemnización por los daños que se causaren..." (artículo 118). Para la autorización de las obras hidráulicas, el Decreto 2811 de 1974 obliga la realización de estudios para captar, controlar, conducir, almacenar, o distribuir el caudal (artículo 120). Y en el uso, la conservación y la preservación de cauces y aguas el artículo 132 establece: "...Sin permiso, no se podrán alterar los cauces, ni el régimen y la calidad de las aguas, ni interferir su uso legítimo... Se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la colectividad, o para los recursos naturales, la

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

seguridad interior o exterior o la soberanía Nacional...” Asimismo, el Decreto 2811 de 1974 estipuló las áreas forestales protectoras, productoras y protectoras-productoras; así como las áreas de reserva forestal de la Ley 2 de 1959. En el artículo 204 estableció: "...Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque.” Poco tiempo después de la expedición del Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente se firmaron varias disposiciones, entre las cuales se encuentran los Decretos 877 de 1976, 1449 de 1977, 1541 de 1978, 2857 de 1981 y 1594 de 1984. El Decreto 877 de 1976 establece que para considerar Áreas Forestales Protectoras se deben tener en cuenta varios criterios, algunos de los cuales son: áreas de influencia sobre nacimientos de agua de ríos y quebradas; áreas en las que sea necesario controlar deslizamientos, cauces torrenciales, y entre otras amenazas; y áreas con abundancia y variedad de fauna silvestre acuática y terrestre. Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3 literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en Áreas Forestales Protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 metros de ancha paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

El Decreto 1541 de 1978 artículo 11 establece que el terreno que ocupa un cauce natural alcanza a llegar hasta los niveles máximos de las crecientes ordinarias, y que los lechos de depósito natural son hasta donde llegan los niveles ordinarios por lluvias o deshielos. En el artículo 12 plantea que: "...Playa fluvial es la superficie de terreno comprendida entre la línea de las bajas aguas de los ríos y aquellas a donde llegan éstas, ordinarias y naturalmente en su mayor incremento...". Con relación al ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas en el Código de Recursos Naturales (Título II, capítulo III) se consagra el tema de la ordenación de las cuencas hidrográficas. La reglamentación estuvo regida anteriormente por los Decretos 2857 de 1981 y 1729 de 2002, derogados actualmente por el Decreto 1640 de 2012. Esta última reglamentación determina en el artículo 19 numeral 2, que la ordenación de las cuencas se hará teniendo en cuenta las rondas hídricas. En el artículo 28 numeral 4 dice que para la armonización de los instrumentos de planificación y de los planes de manejo ambientales deben ser delimitadas las rondas hídricas. En el artículo 35 define que el ordenamiento y manejo de cuencas, durante su fase de formulación, debe identificar los cuerpos de agua priorizadas para la definición de la ronda hídrica. Y finalmente, el artículo 46 establece que las Comisiones Conjuntas tienen la función de hacer recomendaciones para el acotamiento de las rondas. La Ley 79 de 1986, que regula la conservación del agua, define en su artículo 1 como Áreas de Reserva Forestal los bosques y vegetación que se encuentran en los nacimientos de agua permanentes o no en una extensión no inferior a 200 metros a la redonda; así como los que se encuentran en una franja no inferior a 100 metros a cuerpos de agua que presten alguno de los servicios especificados en dicha Ley como son los hidroeléctricos, las acueductos, los agrícolas, etc. Conforme a la Ley, la finalidad de las Áreas de Reserva Forestal

Gestión Ambiental Responsabilidad de Todos

Bogotá D.C. Carrera 7 No. 36–45; Código Postal 110311 - Conmutador: 320 9000 Ext: 1345 www.car.gov.co

Fax: 287 1772 - Correo electrónico: sau@car.gov.co

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

es la conservación y preservación del agua. Con la Constitución Política de 1991 se instauraron derechos colectivos y del medio ambiente. El artículo 79 instituye el derecho de todas las personas de gozar de un ambiente sano; así como el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica. El artículo 80 establece como obligación del Estado la planificación, el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución. Igualmente, el artículo 82 dispone que es deber del Estado velar por la protección e integridad del espacio público y por su destinación al uso común.

En el artículo 8 de la Constitución Política de 1991 también se establece como obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. El artículo 58 determina que es inherente a la propiedad una función ecológica. El artículo 63 consagra que los bienes públicos son inalienables, imprescriptibles e inembargables. Y finalmente el artículo 95 plantea que es un deber de las personas proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano. En 1993, como desarrollo de la Carta Política de 1991 y compromiso del Estado Colombiano a la Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, se aprueba la Ley 99 que organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA), creó el Ministerio del Medio Ambiente y reordenó el sector público para la gestión y conservación del medio ambiente. En el artículo 1 numeral 6 determinó el principio de precaución: “La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente” También al instituir las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) en el Título VI, dentro del artículo 31, se determinan para las CAR las siguientes funciones con relación a las rondas hídricas:

- Las CAR pueden otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias para el aprovechamiento de recursos naturales o el desarrollo de actividades que puedan afectar el medio ambiente (numeral 9);
- Tienen la función de ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas (numeral 18);
- Tienen que promover y ejecutar obras de protección de inundaciones, o hacer recuperación de tierras que sean necesarias para la protección y manejo de cuencas hidrográficas en coordinación con el ya liquidado Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (numeral 19);
- Las CAR deben hacer actividades de prevención y control de desastres (numeral 23).

Por su parte, la Ley 388 de 1997 de ordenamiento territorial en su artículo 35 define la categoría del suelo clasificado como de protección de la siguiente manera:

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

“Constituido por las zonas y áreas de terreno localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.”

Esta Ley en su artículo 104 numeral 1 establece que quienes parcelen, construyan o urbanicen en terrenos de protección ambiental o en zonas calificadas como de riesgo, como son las rondas de cuerpos de agua, incurrirán en una infracción urbanística y por lo tanto deberán pagar una multa. Al respecto, el Decreto 1600 de 2005, artículos 58 y 67, dice que no procede reconocimiento de edificaciones o legalización de asentamiento en zonas de protección. El Decreto 1504 de 1998, que reglamenta el manejo del espacio público conforme a la Ley 388 de 1997, en el artículo 5 determina que el espacio público está conformado por elementos constitutivos naturales y complementarios. Entre los primeros elementos se encuentran las áreas para la conservación y preservación del sistema hídrico, las cuales incluyen las rondas hídricas. El Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4 señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de Áreas de Conservación y Protección Ambiental, en tanto áreas de especial importancia ecosistémica. En este sentido, el Decreto 1469 de 2010 exige que dentro de la información entregada para obtener licencia de parcelación en el suelo rural, los planos deben identificar las áreas de especial importancia ecosistémica como las rondas hídricas. El Decreto 3930 de 2010 que tiene como objeto reglamentar el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos, define los siguientes usos del agua (artículo 9): consumo humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, estético; pesca, maricultura y acuicultura; y navegación y transporte acuático. En cuanto a los vertimientos, el Decreto establece unas prohibiciones y actividades no permitidas (artículos 24 y 25). En las prohibiciones se destaca que no se admiten vertimientos en cabeceras de fuentes de agua, en cuerpos de agua destinados para la recreación y en cuerpos de agua protegidos; y tampoco se permite vertimientos que ocasionen riesgo o alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos mencionados anteriormente.

A pesar de lo anterior, fue solo hasta La Ley 1450 de 2011, que expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014 “Prosperidad para Todos”, que las rondas hídricas fueron reguladas de manera explícita. La Ley 1450 de 2011 instauró en su artículo 206 que corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los grandes centros urbanos y los establecimientos públicos ambientales efectuar el acotamiento de las rondas hídricas y el área de conservación aferente, con base en estudios conforme a criterios definidos por el Gobierno Nacional. Finalmente, es importante señalar que las Leyes 1454 de 2011 y 1523 del 2012 y el Código Minero tienen incidencia en las rondas hídricas. La primera es la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial que establece las normas para la organización político-administrativa del territorio colombiano. La Ley 1523 adopta la Política Nacional de Gestión del

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

Riesgo y el Código Minero, Ley 685 de 2001, establece áreas de exclusión o restricción de la minería por tener un carácter territorial de protección, y define los límites para explorar o explotar minerales en cauces y riberas.

3 DEFINICIONES

3.1 SISTEMA FLUVIAL

El sistema fluvial está conformado por el cauce y su ribera. Cada uno de ellos tiene funciones específicas. Funciones del cauce:

- Transporta y almacena temporalmente el agua que produce la cuenca.
- Transporta y almacena temporalmente sedimentos que produce la cuenca.
- Es el hábitat de muchas especies que hacen parte de un ecosistema que involucra, el cauce en toda su extensión, las riberas, las ciénagas y las zonas frecuentemente inundables y algunas zonas aledañas necesarias para la sostenibilidad de este ecosistema.

Funciones de las riberas:

- Se conectan a través del subsuelo con el cauce y muchas especies se alimentan indirectamente del agua de la corriente.
- Son hábitat de muchas especies que hacen parte de un ecosistema que involucra, el cauce en toda su extensión, las riberas, las ciénagas y las zonas frecuentemente inundables y algunas zonas aledañas necesarias para la sostenibilidad de estos ecosistemas.

Para su funcionamiento de requiere continuidad longitudinal y conectividad con el cauce y que sea bañada de agua, de sedimentos y de nutrientes durante los eventos de crecida.

3.2 PLANICIE DE INUNDACION

Una planicie o llanura de inundación es un área usualmente seca adyacente a ríos o corrientes, la cual se inunda durante eventos de crecientes. Las causas más comunes de inundación son las crecientes de corrientes y de ríos. La planicie de inundación puede incluir el ancho total de valles angostos o áreas amplias localizadas a lo largo de ríos en valles amplios y planos. El canal y la planicie de inundación son partes integrales de la conducción natural de una corriente. La planicie de inundación mueve el caudal que excede la capacidad del canal y a medida que el caudal crece, aumenta el flujo sobre la planicie de inundación.

El primer paso en cualquier análisis de una planicie de inundación es recolectar información, incluyendo mapas topográficos, información sobre flujos de creciente si existe alguna estación de aforo en las cercanías, información de lluvia si no existe información de caudales de crecientes y secciones transversales levantadas topográficamente y estimaciones de la rugosidad del canal en un cierto número de puntos a lo largo del lecho.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

Las intrusiones en las planicies de inundación, tales como rellenos con materiales artificiales, reducen la capacidad de transporte de las crecientes, incrementan las alturas de crecientes en los ríos e incrementan los riesgos de inundaciones en áreas más allá de dichos rellenos.

Se han utilizado dos tipos de mapas de inundación, mapas de áreas propensas a inundación y mapas de riesgo de inundación. Los mapas de áreas propensas a inundación muestran las áreas que se inundarían debido a su proximidad a un río, corriente, bahía, océano, o cualquier otro cuerpo de agua como puede determinarse de información fácilmente disponible. Los mapas de riesgos de inundación, muestran la extensión de las inundaciones determinadas a través de estudios técnicos de inundaciones en un lugar dado. Los mapas de riesgo de inundaciones se utilizan comúnmente en informes sobre planicies de inundación y requieren actualizaciones cuando ocurren cambios en los canales o en las planicies de inundación y en las áreas localizadas aguas arriba. Estos cambios incluyen modificaciones estructurales o modificaciones en canales o planicies de inundación en áreas localizadas aguas arriba. La construcción de nuevas edificaciones en las planicies de inundación, obstrucciones o cualquier otro cambio en el uso del suelo pueden afectar los caudales, las elevaciones de la superficie de agua y las velocidades de flujo, cambiando por consiguiente la elevación del perfil que define la planicie de inundación.

3.3 DEFINICIÓN DE RONDAS HÍDRICAS

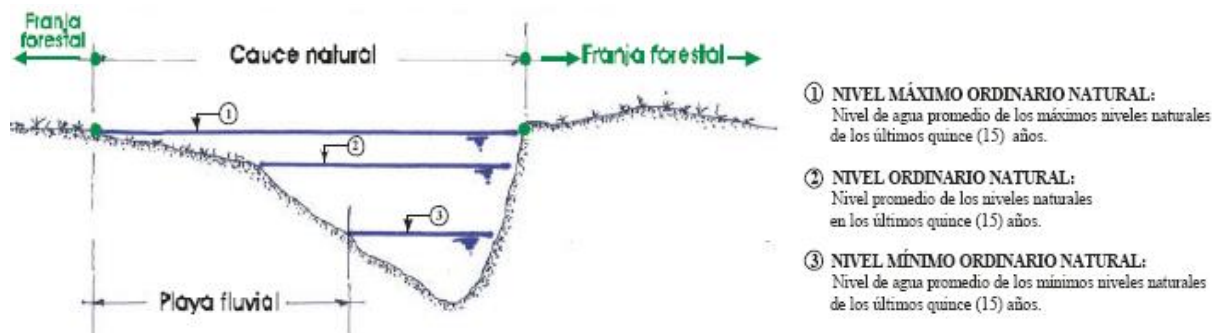
El Decreto 1449 que establece o regula en Cobertura Boscosa dentro del predio, las Áreas Forestales Protectoras, en una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de lagos o depósitos de agua.”

El artículo 11 del Decreto 1541 de 1978 aclara que se entiende por Cauce Natural la faja de terreno natural que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efectos de las crecientes ordinarias; y por lecho de los depósitos naturales de aguas, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efectos de lluvias o deshielo.

En el artículo 13 del mismo decreto se indica que “para los efectos de aplicación del artículo anterior se entiende por la línea o niveles ordinarios las cotas promedios naturales de los últimos quince (15) años, tanto para las más altas como para las más bajas. Para determinar estos promedios se tendrá en cuenta los datos que suministren las entidades que dispongan de ellos y en los casos en que la información sea mínima o inexistente, se acudirá a la que puedan dar los particulares.” (Ver Figura 3-1).

Figura 3-1 Sección transversal típica del cauce natural de un río según CRNR

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA



4 METODOLOGIA

A continuación se describe la metodología general para cada uno de los capítulos incluidos en el estudio de definición de ronda.

4.1 TOPOGRAFIA Y MODELO DIGITAL DE TERRENO

Se efectúa un levantamiento topográfico y batimétrico por vadeo a lo largo de la zona de estudio, para obtener los planos de planta que se utilizarán para la elaboración del Shape de los puntos, el TIN y el modelo digital de terreno.

La topografía consiste en el levantamiento y posicionamiento de un tramo del río o quebrada usando estación total y GPS de alta precisión. El trabajo topográfico, en su ejecución, se materializa con el fin de poder determinar las características generales del cauce y pendientes del río en el tramo de interés.

El proceso a seguir en campo es el siguiente:

- Hacer posicionamiento GPS del punto de inicio o punto A de la poligonal.
- Hacer posicionamiento GPS en un punto X el cual se utilizara como norte arbitrario de coordenadas conocidas.
- Armar el equipo de topografía en el punto A, hacer ceros en el norte arbitrario y visualizar el punto B el cual corresponde al siguiente vértice de la poligonal, con este procedimiento encontramos el ángulo horizontal existente entre N-A-B y la distancia A-B para calcular las coordenadas del punto B.
- Armar en el punto B y hacer ceros atrás en el punto A y visualizar el punto C como se especificó en el ítem anterior. Este procedimiento se realizara tantas veces como sea necesarios vértices para llegar al punto final de la poligonal.
- Es imperativo hacer claridad que en cada uno de los vértices se llevara a cabo una radiación simple que capture todos los detalles necesarios para el levantamiento,

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

haciendo lectura del ángulo horizontal y distancia de cada uno de ellos para calcular las coordenadas de estos detalles.

- En el tramo de río o quebrada se realizan tantas estaciones como sean necesarias a lo largo del cauce, el cual es definido por los especialistas de la SARP.

Por otra parte en oficina se descargan los datos crudos del levantamiento y del GPS, para hacer el post-proceso de los datos y generar así las carteras de cálculos y coordenadas del levantamiento topográfico.

4.2 POSICIONAMIENTO GEODÉSICO

Todo levantamiento Geodésico, topográfico y/o Batimétrico debe ser enlazado a la Red Geodésica Nacional, cuya precisión debe ser igual o mayor al orden B, de acuerdo a los parámetros de precisión para Geodesia Satelital utilizados por el IGAC, ente rector de la cartografía nacional.

En el posicionamiento de las estaciones se emplea el método estático, utilizando como referencia un GPS fijo en el punto base, con un total de 120 épocas por estación la cual equivale a 10 minutos.

4.3 LEVANTAMIENTO TOPOBATIMÉTRICO

El método de posicionamiento para el levantamiento topográfico es el de poligonal abierta el cual consiste en la lectura de ángulos y distancias, para la determinación de la altura se leyó el ángulo vertical, para finalmente calcular la diferencia de altura que con las correcciones correspondientes se obtiene el valor de la altura de la posición medida. Para el desarrollo de los levantamientos topográficos se utilizó una Estación Total. Como se sabe una Estación Total es análogo a un teodolito electrónico, que permite el almacenamiento de la información así como su procesamiento en el software interno del equipo. El método de trabajo fue radial, (medida de ángulos y distancias), del cálculo de las coordenadas planas y la altura correspondiente se encarga el software del equipo.

Partiendo de los puntos geodésicos posicionados mediante el sistema de posicionamiento global GPS, en tiempo real se efectúa un levantamiento topográfico del cauce del Río o la quebrada con la finalidad de abarcar toda el área de trabajo. La información almacenada es transferida al computador para su proceso correspondiente del programa ARCGIS, el cual nos permite trabajar adecuadamente toda la información recolectada.

El levantamiento batimétrico debido a las condiciones de las Quebradas y ríos y debido a que no cuenta con grandes profundidades se realiza por vadeo con la Estación Total.

4.3.1 Con el sistema LIDAR¹

LIDAR: Acrónimo de “Light Detection and Ranging”. Su traducción literal sería “detección y medición de la luz”, y se trata de un sistema láser de medición a distancia que se utiliza a menudo en los campos de ciencia e industria para la toma de medidas precisas en objetos lejanos e inaccesibles. Recientemente esta técnica se está introduciendo en el campo de la cartografía puesto que permite la modelación rápida del terreno en zonas con accesos difíciles. Este sistema es el equivalente óptico del sistema radar de microondas por lo que a menudo se le llama “radar láser” en la literatura anglosajona.

El sistema LIDAR es un sistema complejo, compuesto por un emisor/receptor y un escáner láser muy potente, un receptor GPS que proporciona la posición y la altura del avión en cada momento, y un sistema inercial (IMU) que informa de los giros del avión y de su trayectoria.

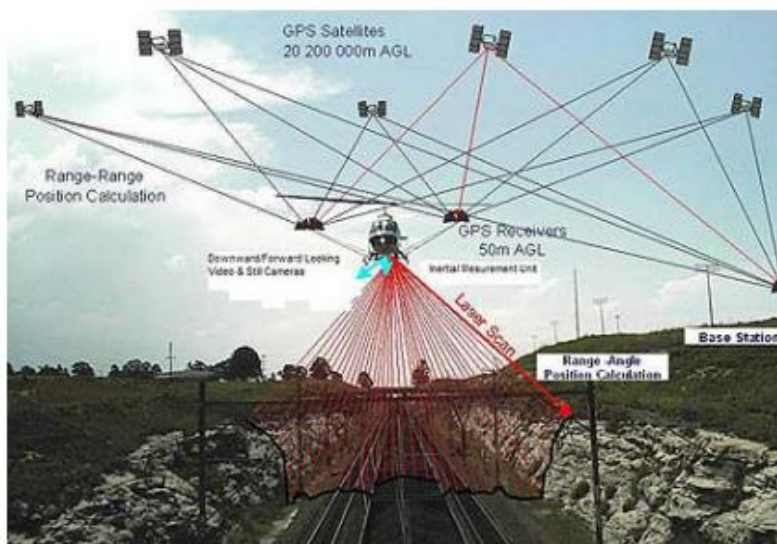


Figura 4.1 Sistema LIDAR

El elemento principal de un sistema LIDAR es el escáner láser, que va aerotransportado y emite pulsos de luz infrarroja que servirán para determinar la distancia entre el sensor y los puntos del terreno. A partir del tiempo que ha tardado cada rayo en ir y venir y de la velocidad de la luz, se deduce con facilidad la distancia a la que está el objeto estudiado.

La toma de datos puede hacerse desde un avión o desde un helicóptero, dependiendo del tipo de trabajo. En el primer caso prima la productividad, se vuela más alto y se abarca una zona

¹ OBTENCIÓN DE DTM Y DSM MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR. APLICACIÓN AL RÍO EBRO. GOMEZ, Alfonso (1); DELGADO, Jorge (2); PEREZ, Núria (3).

1. Universidad Politécnica de Madrid. Dpto. de Ingeniería Cartográfica - Geodesia - Fotogrametría - Expresión Gráfica.
2. Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.
3. Universidad de Jaén. Alumna Ing. En Geodesia y Cartografía.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

mayor, mientras que si se vuela la zona con un helicóptero, se puede volar más lento, a menos altura, y se obtiene mayor densidad de puntos.

La altura máxima a la que puede volar un avión/helicóptero con un sistema LIDAR debería estar condicionada por la frecuencia de emisión del sistema láser, aunque en la práctica este intervalo de tiempo es suficientemente pequeño como para no ser el elemento determinante. El parámetro que establecerá el límite en la distancia será la pérdida de energía de la señal, que a partir de una cierta altura de vuelo no retornará al escáner láser.

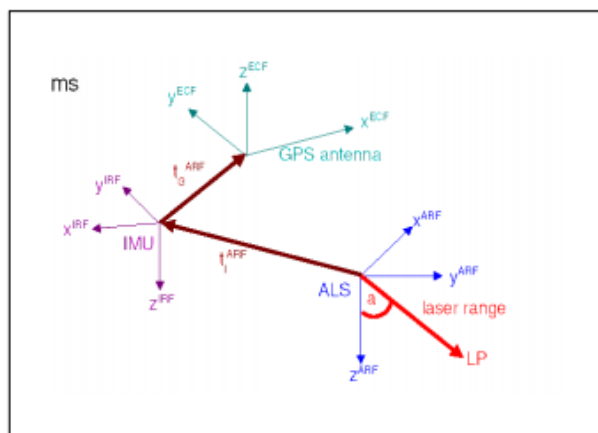


Figura 4.2 Medidas de GPS, IMU y ALS

Durante el vuelo, se toman medidas en los tres subsistemas de los que dispone el LIDAR: GPS, IMU y ALS (Airborne Láser Scanning) de forma independiente pero con una etiqueta de tiempos acorde con el tiempo GPS. Estas etiquetas serán las que permitan sincronizar todas las medidas en postproceso.

Además de las medidas realizadas con el láser, es necesario conocer las coordenadas de la antena GPS y la posición del ALS respecto a esta antena para poder dotar de coordenadas a los puntos del terreno.

Las coordenadas de la antena en cada instante se conocerán después de hacer el postproceso en la oficina y la distancia entre ambos sistemas se habrá medido previamente con una estación total o con un distanciómetro de precisión. Finalmente, la orientación entre la antena GPS y el centro del ALS vendrá dada por los sistemas inerciales.

Después del vuelo los datos GPS y los datos IMU se integran mediante un filtro Kalman para determinar la trayectoria del vuelo y los giros en cada instante. Estos elementos más el ángulo de salida que ha formado el pulso láser con respecto a la vertical, se combinan para determinar la línea imaginaria que ha descrito el pulso láser en el espacio.

Finalmente la longitud del camino descrito por el rayo, los giros definidos por los sistemas inerciales, y la posición del escáner láser obtenida a partir de las medidas GPS, se utilizarán para determinar las coordenadas de los puntos medidos.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

Para asegurar una correcta transformación entre sistemas de coordenadas, se calibrarán los diferentes subsistemas de forma individual y conjunta, tanto en el laboratorio como en el terreno antes del vuelo. Para el escáner deberán calibrarse tanto los elementos geométricos como radiométricos del láser y muy especialmente la posición relativa respecto al sistema inercial.

Hay que destacar que un sistema LIDAR, puede discriminar entre múltiples respuestas recibidas de un mismo pulso (hasta 5) permitiendo determinar las superficies intermedias, como líneas de tensión o coberturas vegetales. En la actualidad, hay escáneres de varios tipos: los que reconocen hasta 7 ecos, los que solo reconocen el primer pulso, los que solo reconocen el último, los que reconocen el primero y el último, etc. Dependerá el tipo de trabajo que desee realizarse para trabajar con un escáner u otro.

Gracias a la recepción de los múltiples ecos y a la aplicación de filtros adecuados, se podrá analizar la información recibida, discriminando entre los diferentes pulsos e identificando el tipo de superficie objeto de la medición.

A partir de la gran cantidad de pulsos recibidos (se emiten unos 80000 pulsos por segundo y se recibe el 95 % de los pulsos emitidos más sus ecos), se genera un modelo digital de elevaciones de altísima densidad. Como mínimo un DTM LIDAR es tres veces más denso que un DTM fotogramétrico. Se obtendrá una nube de puntos superabundante que permitirá modelar el terreno con el máximo detalle. Esta nube de puntos tendrá un ratio de “puntos medidos / espacio” mayor que con cualquier otra técnica existente.

4.4 Modelo digital de Terreno

Los modelos digitales de terreno son la representación estadística de una superficie del terreno mediante un conjunto de puntos cuyos valores en X, Y y Z son conocidos y están definidos en un sistema de coordenadas definido. La superficie de la tierra es continua y por esto se pueden utilizar diferentes métodos de interpolación que nos permiten obtener estimaciones de “Z” para aquellos sitios en los cuales no se posee información. La interpolación permite estimar, a partir de una muestra de puntos con coordenadas X, Y y Z, los valores de Z para un punto o un conjunto de puntos con coordenadas (X, Y).

Una de las fuentes de datos para elaborar modelos digitales de elevación son puntos de coordenadas (X, Y) con sus respectivos valores de elevación. A partir de estos valores medidos la interpolación crea una superficie en la cual cada punto tiene un valor estimado. Independientemente del método de interpolación y el software utilizado la calidad del MDE dependerá del número de datos de la muestra y de la distribución espacial que tengan estos puntos en el área de muestreo. Cuanto mayor sea el número de puntos y mejor distribuidos se encuentren, mejores serán los resultados.

Los insumos para elaborar un MDE pueden obtenerse a través de levantamientos de campo, métodos fotogramétricos y captura de información con sensores remotos como en la tecnología

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

de LIDAR. El trabajo de campo es el método más costoso pero también el que genera los datos de mejor calidad.

Los puntos pueden ser muestreados aleatoriamente o utilizando un patrón sistemático empleando cualquiera de los siguientes métodos de muestreo:

- Perfiles.
- Puntos equidistantes (Rejilla).
- Muestreo selectivo: Objetos de indican cambios bruscos en el terreno.
- Puntos aleatorios con alturas conocidas.
- Muestreo progresivo: depende de la complejidad del terreno.
- Curvas de nivel.
- Muestreo compuesto: combina el selectivo y el progresivo.

Al contar con los datos fuente para el proceso de interpolación es necesario que un conocedor en el manejo de datos espaciales seleccione el mejor método de interpolación y la forma de representación de los resultados ya que como alternativa del modelo raster puede ser utilizada la red de triángulos irregulares TIN (por sus siglas en inglés) del modelo de datos vectorial.

Como no es posible afirmar en forma categórica que siempre un método dará mejores resultados que otro es necesario evaluar los resultados de varios métodos de interpolación, documentar el grado de error y decidir si la calidad es apropiada para las necesidades del proyecto o aplicación. Para algunos investigadores el método de interpolación basado en el modelo TIN es superior al raster; sin embargo esto no puede tomarse como una afirmación absoluta.

4.5 ANALISIS ECOSISTEMICO

El análisis del componente ecosistémico debe atender a la funcionalidad de los corredores biológicos, dado que éstos pueden medirse en función de la altura de los árboles dominantes de una asociación climática determinada, la cual varía y se hace más compleja a medida que aumentan la temperatura y la humedad disponible en el ecosistema, dado que la altura de los árboles dominantes es un referente genuino de la complejidad y la biomasa que permite al sistema las condiciones climáticas.

La medición de la franja que representa el componente ecosistémico se hará desde el cauce principal de la corriente.

Cuando al cuerpo de agua que se le va a determinar la zona o faja de terreno correspondiente al componente ecosistémico tenga dentro de sus coberturas ecosistemas boscosos propios de la zona de vida; o se presenten ecosistemas que ofrezcan servicios ambientales importantes para las comunidades asentadas en la zona; o sean determinantes ambientales declarados.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

Cuando no se presenta dentro del área un fragmento de cobertura vegetal que se aproxime a un estado boscoso ideal, pero exista en un relicto de bosque en un territorio aledaño que tenga similitud (altitud, latitud, climatología, suelo y topografía) con el territorio objeto de estudio y que presente fragmentos de cobertura con las características requeridas.

En estos casos se procederá conforme se describe a continuación:

1. Se identificará la cobertura vegetal, preferiblemente boscosa o en el mayor grado de desarrollo sucesional, asociada a la zona de vida del área de estudio, entendiéndose como Zona de Vida una unidad natural en la cual la vegetación, la actividad humana, el clima, la fisiografía, las formación geológica y el suelo, están todos interrelacionados con una combinación reconocida y única (Holdridge, 1987).

2. Una vez identificada la vegetación arbórea que caracteriza la zona de vida, se calculará la altura total promedio del dosel (H) de los árboles que representan la comunidad vegetación.

El componente ecosistémico corresponderá al área definida por la distancia H medida a partir del límite del cauce permanente para cada comunidad de vegetación definida.

Cuando no se disponga de cobertura vegetal representativa los ecosistemas estratégicos de la zona de vida, se procederá con base en la fórmula desarrollada por Holdridge (1971). Basado en la hipótesis de que el valor de la transpiración potencial es único en cualquier isoterma de la superficie terrestre, y que los movimientos del agua en la atmósfera siguen un patrón regular en áreas de clima y suelos zonales, Holdridge encontró gran similitud entre los porcentajes de transpiración real de una asociación climática y las relaciones entre alturas de los árboles dominantes de las mismas asociaciones climáticas.

4.6 ESTUDIO HIDROLOGICO

Para la delimitación de la faja de protección se requiere una determinación del caudal de creciente para el período de retorno deseado, para lo cual se puede hacer uso de determinados análisis hidrológicos en función de la calidad y cantidad de información existente para el sitio de interés.

Si existen registros de caudal en el sitio de interés, puede llevarse a cabo un análisis de frecuencia de caudales máximos.

Si no hay registros de caudal disponibles, se debe llevar a cabo un análisis de transformación de lluvia en escorrentía con el fin de determinar el caudal para el período de retorno deseado.

Cuando al punto de interés confluye una cuenca compuesta por varias subcuencas representativas se determina el hietograma de lluvia para el período de retorno deseado, se encuentra un hidrograma unitario sintético de cada subárea de la cuenca y se calcula el hidrograma de escorrentía directa de cada subcuenca. Dichos hidrogramas se transitan aguas abajo y se suman para determinar el hidrograma de escorrentía directa total en la parte más

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

baja de la cuenca de drenaje. El caudal pico del hidrograma del punto localizado en el extremo aguas abajo se utiliza como el caudal de la creciente de diseño.

4.6.1 Con registros de caudal en el sitio de interés

En el caso de contar con una estación limnimétrica o limnigráfica en el sitio de interés con datos históricos de caudal máximo instantáneo, se toman sus valores máximos instantáneos anuales, se ajustan a distribuciones probabilísticas conocidas, y se hacen inferencias estadísticas.

Se debe tener en cuenta que los caudales máximo instantáneos son los valores de caudal máximo que cruzan por una sección hidrométrica en una corriente, y son registrados en estaciones limnigráficas o limnimétricas a través de datos de lecturas de miras máximas instantáneas, integradas con la respectiva curva de calibración de caudales líquidos.

Se debe tener en cuenta que las estaciones limnimétricas solamente se pueden calcular valores puntuales de caudal en las horas del día en las cuales se leen las lecturas de mira de las mismas.

4.6.2 Transposición de datos de caudal

Cuando la estación limnimétrica o limnigráfica se encuentre en la misma cuenca hidrográfica pero no en el sitio de interés se pueden transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje, así:

$$Q_{SP} = Q_{EH} \times (A_{SP}/A_{EH})^x$$

Dónde:

Q_{SP}: Caudal en el sitio de proyecto, en metros cúbicos por segundo (m³/s).

Q_{EH}: Caudal en la estación limnimétrica o limnigráfica, en metros cúbicos por segundo (m³/s).

ASP: Área de la cuenca hidrográfica hasta el sitio de proyecto, en kilómetros cuadrados (km²).

AEH: Área de la cuenca hidrográfica hasta la estación limnimétrica o limnigráfica, en kilómetros cuadrados (km²).

El exponente *x* es un valor que fluctúa usualmente entre 0.5 y 0.75. A falta de datos de investigación, se acostumbra tomar un valor igual a 0.5.

Para la aplicación de esta metodología la diferencia entre las áreas de drenaje no podrá ser mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje. Adicionalmente esta metodología se puede aplicar para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

4.6.3 Análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales

Cuando se cuenta con varias estaciones hidrométricas con datos de caudales máximos instantáneos anuales históricos en una región de cierta magnitud e hidrológicamente homogénea, se puede aplicar el método del análisis regional de frecuencias de esta variable hidrológica.

Para ello, se sigue la siguiente metodología:

- a) Se calculan los valores de caudal para diferentes periodos de retorno en cada una de las estaciones hidrométricas.
- b) Se calcula la relación generalizada para la región, entre el caudal con periodo de retorno de 2.33 años $Q_{2.33}$ (caudal promedio en la distribución Gumbel) y el área de drenaje A, con base en los datos de cada una de las estaciones hidrométricas.

$$Q_{2.33} = f(A)$$

- c) Para cada estación, se calcula la relación entre el caudal para cada periodo de retorno T definido (dando valores de periodos de retorno iguales a 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años) y el caudal con periodo de retorno de 2.33 años $Q_T/Q_{2.33}$.
- d) Se debe realizar un ensayo de homogeneidad estadístico, con el fin de asegurar que los datos obtenidos correspondan a una región hidrológicamente homogénea. Si el resultado de una de las estaciones queda por fuera de la franja de confianza del referido ensayo, se debe eliminar tal valor. La pregunta de si los datos en un grupo de estaciones son homogéneos, se puede contestar en un sentido estadístico determinando si ellos difieren de uno a otro por cantidades que no pueden ser explicadas al azar. Por otro lado, donde esas diferencias no son más que debidas a la casualidad, se puede concluir que los datos representan aspectos diferentes de la misma entidad y, por consiguiente, pueden ser tenidos como homogéneos.
- e) Se calcula el valor promedio o el valor mediano de la relación $Q_T/Q_{2.33}$ para la región para los diferentes periodos de retorno considerados, con base en los valores individuales para cada estación.
- f) Para una estación no aforada en la región con un área de drenaje A, el valor del caudal con un periodo de retorno determinado Q_T se calcula estableciendo, en primer lugar, el valor del $Q_{2.33}$ con la relación generalizada $Q_{2.33} = f(A)$ para la región y, luego, utilizando la relación generalizada $Q_T/Q_{2.33}$ para la referida región.

Aunque esta metodología es relativamente antigua, aún hoy en día conserva su validez por su respaldo académico y sencillez.

4.6.4 Modelos lluvia escurrentía

Los modelos de transformación lluvia en escurrentía son utilizados cuando no existe la posibilidad de obtener medidas directas de caudales de drenaje en las cuencas hidrográficas.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

Dichos modelos calculan la escorrentía superficial a partir de datos históricos de lluvias de corta duración existentes en la cuenca de interés y representativas de ella, en función de sus características geométricas, de suelos, vegetación y usos del suelo.

Se pueden utilizar metodologías tales como, el método racional, método del hidrograma de escorrentía superficial o modelos computacionales como el HEC-HMS.

4.6.4.1 Método racional

Este método sólo puede ser aplicado en un área de drenaje máxima igual a 2.5 km².

El método racional parte de la definición del coeficiente de escorrentía C, valor adimensional, el cual se puede definir como la relación entre el volumen de escorrentía superficial, VE, y el volumen de precipitación total, Vp, ambos expresados en m³, es decir, es un coeficiente que expresa qué porcentaje de la precipitación se convierte en escorrentía superficial directa.

Entonces, puede establecerse que el caudal calculado por el método racional corresponde a un caudal pico QP, ya que es generado por una lluvia de intensidad i sobre un área de drenaje A, en donde dicha lluvia dura como mínimo un tiempo tal que toda el área de drenaje contribuya a la escorrentía superficial.

4.6.4.2 Método del hidrograma de escorrentía superficial.

Este método es utilizado para áreas de drenaje mayores a 2.5 km². Sherman, el autor de la metodología, lo propuso para áreas de drenaje de hasta 20 km², pero es usual utilizarlo en hidrología para valores mayores.

Este método está definido como el hidrograma de escorrentía superficial total resultante de un volumen unitario de lluvia neta, uniformemente distribuido en espacio y tiempo. La altura de la lluvia neta o efectiva corresponde con la altura de escorrentía superficial total del hidrograma unitario.

Para problemas de drenaje superficial se supone, por seguridad, que antes del evento de la precipitación de diseño ha llovido en la cuenca y que, por lo tanto, la interceptión y la detención superficial ya han sido copadas; por lo que la lluvia o precipitación efectiva o neta es igual a la precipitación total menos la interceptión menos la detención superficial menos la infiltración.

De nuevo, las lluvias netas se suponen de distribución uniforme y de intensidad constante en toda el área de drenaje de la cuenca.

4.6.5 Modelos computacionales

Cuando las áreas de drenaje en una cuenca son mayores a 20 km², se aconseja subdividirla en subcuencas y aplicar modelos computacionales para tener en cuenta el hidrograma de creciente producido por cada una de las subcuencas y su tránsito a través del canal principal de la misma y así obtener el hidrograma resultante en el punto de interés, del cual se extrae el

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

caudal pico para determinado período de retorno. Por tanto el hidrograma total resultante es la suma de las ordenadas de los diversos hidrogramas para cada valor constante de tiempo.

A continuación se presentan algunos programas y sus respectivas características para modelación hidrológica.

Tabla 4.1 Software para modelación hidrológica

NOMBRE	AUTOR	CARACTERISTICAS
U.S. Geological Survey (USGS) Model	Dawdy et al. (1970, 1978)	Orientado a procesos. Procesos continuos. Modelación eventos lluvia escorrenia
Storm Water Management Model (SWMM)	Metcalf y Eddy et al (1971)	Modelo semidistribuido. Modelos de flujo de tormenta continuo
	Huber y Dickinson (1955)	
	Huber (1005)	
Phisically Based Runoff Production Model (TOPMODEL)	Beven y Kirby (1976-1979)	Físicamente basado. Distribuido. Modelo continuo de simulación hidrológica.
	Beven (1995)	
Generalized River Modeling Package -Systeme Hydrologue Europeen (Mike SHE)	Refsgard y Storm (1995)	Físicamente Basado. Distribuido. Modelo continuo de simulación hidrológica e hidráulica.
Cascade two dimensional Model (CASC2D)	Julien y Shasafian (1991)	Físicamente Basado. Distribuido. Modelo de simulación de escorrenia
	Ogden (1998)	
Soil Water Assesment Tool (SWAT)	Arnold et al (1998)	Distribuido. Conceptual. Modelos de sumulacion continua
Hidiological Modeling System (HMS)	Yu (1996)	Físicamente basado. Parámetros Distribuidos. Modelo continuo de simulación hidrológica.
	Yu y Schwartz (1998)	
	Tu et al (1999)	
Soil-Vegetation-Atmosfere Transfer (SVAT) Model	Ma et al (1999)	Macroescala. Modelación de caudales aguas abajo del rio
	Ma y Chens (1998)	
Climat. Soil and Vegetation	Eagleson (1978)	Modelo estocastico. Modelo de balance hidrico anual.

4.7 ESTUDIO HIDRÁULICO

El modelo hidráulico tiene básicamente dos insumos de entrada y un motor de cálculo. Los insumos corresponden a la topología del modelo y a los caudales a transitar, el motor de cálculo corresponde al modelo hidráulico empleado para realizar el transito hidráulico de los caudales calculados sobre el tramo evaluado.

4.7.1 Topología del modelo

Sobre el modelo digital de terreno:

- Se definen las orillas del cauce y el eje del canal.
- De acuerdo a la geomorfología del cauce el modelo de terreno se discretiza en secciones transversales al eje del canal que definen el área transversal y cota batea del vaso, así como la morfología y pendiente transversal del área aferente. El número de secciones generado es especifico de cada cuerpo lotico evaluado y depende de la geomorfología del mismo (meandros, pendiente longitudinal, rugosidades diferenciales, estructuras hidráulicas en línea, etc)

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

- Se correlacionan espacialmente las secciones transversales, respecto a la distancias entre ejes y orillas de una sección a otra, de igual forma se determina la pendiente entre secciones y el perfil longitudinal de flujo.
- Se definen las rugosidades específicas por tramo en función de la morfología del lecho, preferiblemente por métodos de medición directa o en su defecto por extrapolación de información obtenida de otros estudios para condiciones morfológicas similares. Se deben tener en cuenta estructuras hidráulicas en línea (culverts, canales, bocatomas, etc).

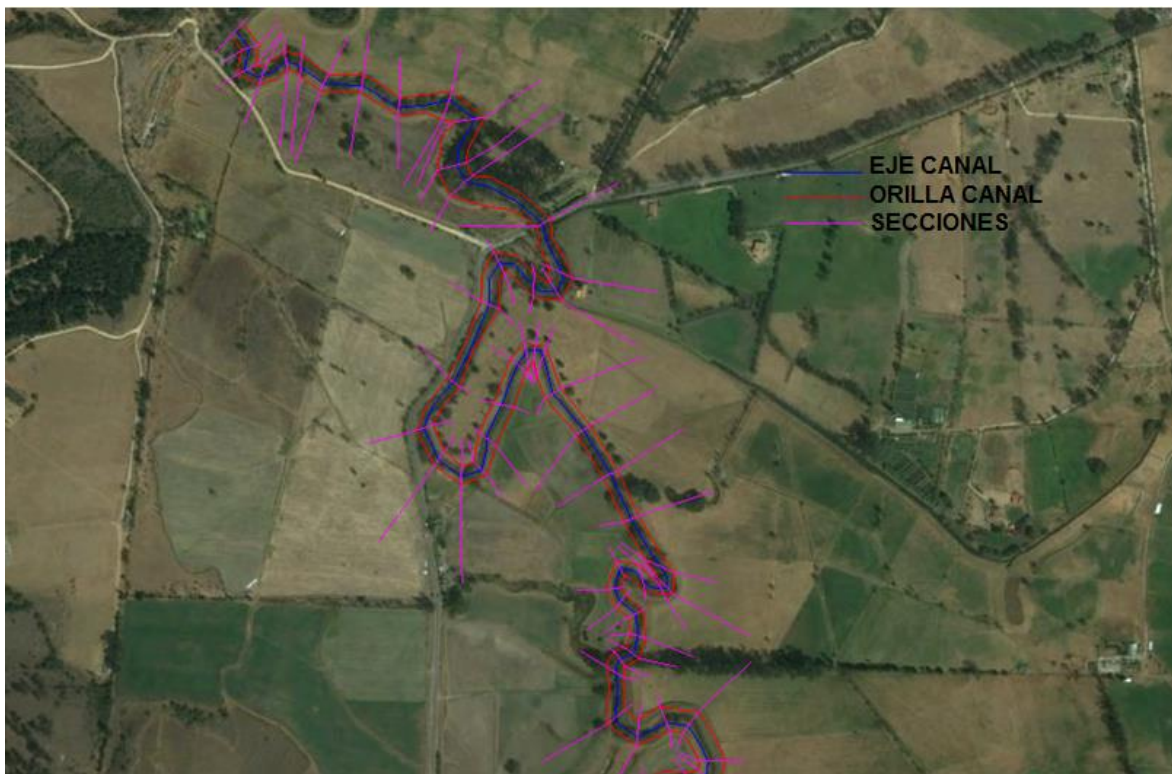


Figura 4-3 Definición topologica del modelo

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

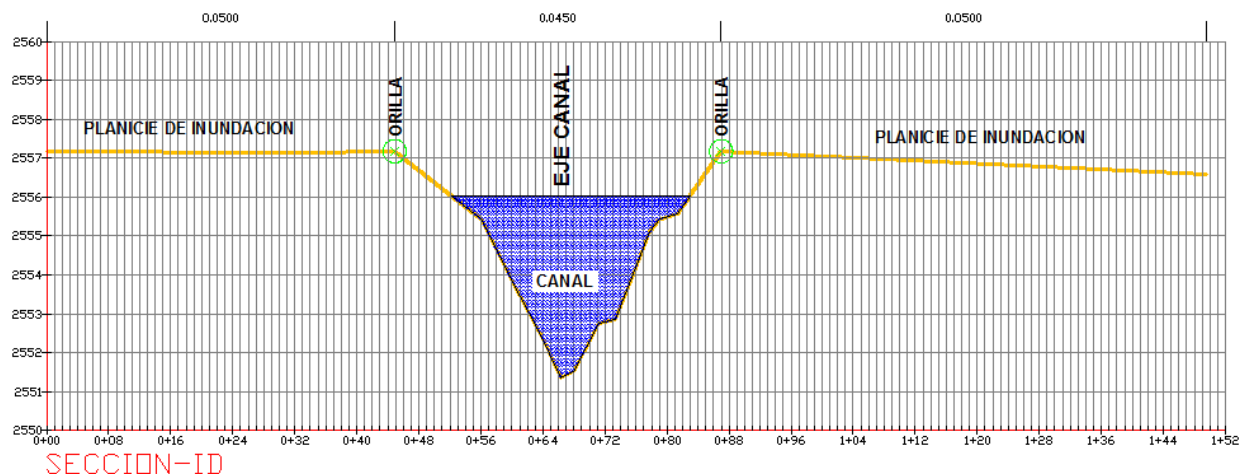


Figura 4-4 Sección hidráulica típica

4.7.2 Caudales

Son aquellos resultado del estudio hidrológico y corresponden al promedio máximo de los últimos quince años para la definición de la ronda y de 25, 50 y 100 años para la evaluación del riesgo.

4.7.3 Modelo hidráulico

Cualquier modelo que permita simulación hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo permanente o gradualmente variado, conservando la masa y la energía de acuerdo a las ecuaciones de Saint Venant o Bernoulli y alguna ecuación de resistencia fluida:

$$Z1 + Y1 + (V1^2/2g) = Z2 + Y2 + (V2^2/2g) + h$$

En donde:

Z: Nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición, en m.

Y: Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión, en m.

$V^2/2g$: Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominado este término cabeza de velocidad, en m.

h: Pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas, en m.

Se utiliza como la expresión más simple de un flujo de un fluido incompresible en nuestro caso el agua. Si se toma como referencia un tubo de flujo o volumen encerrado por las líneas de corriente en régimen permanente y debido a que no hay pérdida de masa o ganancia de la misma en el

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

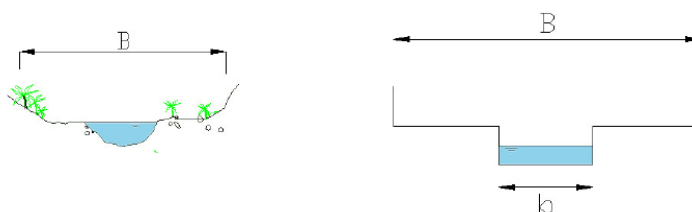
interior de este tubo se cumple que:

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2 = \dots$$

Esta expresión sencilla es una ayuda significativa a la hora de analizar cualquier flujo, pues se cumple siempre. Intuitivamente la expresión lo que indica es que el volumen se conserva pues la densidad es independiente de la posición y del tiempo. En esta ecuación Q es el caudal, v la velocidad y A el área normal al flujo. Esta idea sencilla de flujo normal hay que tenerla en cuenta a la hora de desarrollar modelos numéricos de flujo en cauces.

La ecuación de continuidad se puede expresar para canal rectangular o su equivalente para un cauce de un río. En la Figura 4-5 se observa la representación de un cauce natural y un canal.

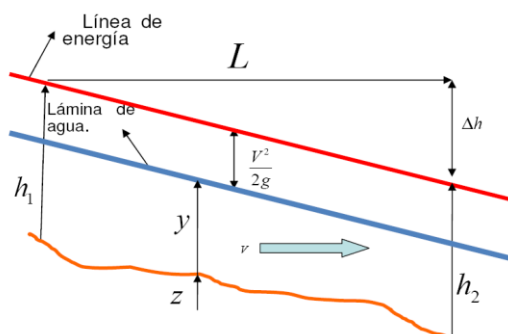
Figura 4-5 Cauce y canal con llanura de inundación y cauce de aguas altas



4.7.3.1 Ecuación de energía

En la Figura 4-6 se observa el esquema de un tramo de canal y dos secciones separadas una distancia Δx , en las que se indican las tres magnitudes de energía que se deben equilibrar.

Figura 4-6 Balance de energía en un tramo de cauce



El equilibrio energético se hace simplemente mediante la relación:

$$H_1 = H_2 + \Delta H$$

$$H = z + y + \frac{v^2}{2g}$$

En donde la energía total H se expresa mediante la suma de tres términos, el potencial, el de presión y el cinético.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

La energía total siempre se relaciona con un nivel de referencia único para todas las secciones. Debido a que el valor de la energía potencial se debe medir desde el punto más bajo de la sección hasta el nivel de agua, y desde este último hasta la línea de energía se mide la altura de energía cinética del flujo y que esto es así para cualquier sección independientemente de su posición respecto de la cota de referencia; a esta suma se le suele denominar energía específica de esa sección. Esta energía se puede escribir de muchas formas entre otras como se plantea a continuación:

$$\begin{aligned}
 E &= y + \frac{v^2}{2g} \\
 E &= y + \frac{Q^2}{2gA^2} && \rightarrow \text{ con } v = \frac{Q}{A} \\
 E &= y + \frac{q^2}{2gy^2} && \rightarrow \text{ con } q = \frac{Q}{B} \\
 E &= y + \frac{\bar{q}^2}{2g\bar{y}^2} && \rightarrow \text{ con } \bar{q} = \frac{Q}{B}
 \end{aligned}$$

Todas son ecuaciones de la energía específica de una sección de flujo y todas se componen de dos términos: el potencial y el cinético. Desde el punto de vista ingenieril todos los términos se expresan en magnitudes de “longitud” y las unidades son los “metros”.

4.7.4 Fronteras del modelo

Una vez implementada la topología en el modelo y cargados los caudales, es necesario definir las condiciones hidráulicas de frontera del tramo evaluado. Lo recomendable sería conocer la profundidad de flujo para cada caudal evaluado en la primera y última sección del modelo, definiendo esta profundidad de flujo como frontera aguas arriba y aguas abajo.

En el caso de no conocer la lámina asociada al caudal, se debe determinar la profundidad normal de flujo para cada caudal evaluado en los extremos topológicos del modelo. Conocida la profundidad normal se calcula el número de Froude, que indicara si el flujo es subcrítico o supercrítico, definiendo de esta manera el control hidráulico en el modelo..

4.7.5 Modelos computacionales

Una vez que se ha determinado el caudal de creciente para el periodo de retorno deseado, el siguiente paso es determinar el perfil de la superficie de agua a lo largo del canal. Este análisis puede llevarse a cabo suponiendo flujo permanente, gradualmente variado, no uniforme, utilizando un modelo unidimensional como el HEC-RAS (U. S. Army Corps of Engineers) o un modelo bidimensional basado en diferencias finitas o elementos finitos (Lee y Bennett, 1981; Lee, et al., 1982; Mays y Taur, 1984).

Los modelos unidimensionales solamente permiten que las propiedades de flujo varíen a lo largo del canal, mientras que los modelos bidimensionales también tienen en cuenta cambios a lo ancho, en la sección transversal.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

En forma opcional, puede llevarse a cabo un análisis de flujo no permanente con el fin de identificar la máxima elevación de la superficie del agua en diferentes secciones transversales durante la propagación de la onda de creciente a través del tramo del río.

Los modelos de flujo no permanente son necesarios para la delineación de las planicies de inundación en grandes lagos, debido a que el almacenamiento en el lago altera la forma y el caudal pico del hidrograma de crecientes a medida que el flujo pasa a través de él.

A continuación se presentan algunos programas y sus respectivas características para modelación hidráulica.

Tabla 4.2 Software para modelación hidráulica

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN	EJEMPLO DE MODELOS	DATOS DE ENTRADA	DATOS DE SALIDA	TIEMPO COMPUTACIONAL (AÑO 2006)
0D	No es físicamente basado	Evalúa la extensión de la inundación y las profundidades de inundación	AgcGIS Delta mapper	MDE (DEM) Altura de lámina de agua aguas arriba Altura de lámina de agua aguas abajo	Extensión de la inundación y profundidad del agua a través de la intersección entre la lámina de agua y el MDE.	Segundos
1D	Soluciona las ecuaciones de Saint Venant 1D	Diseño a escala del modelo, la cual puede ser del orden de 10s a 100s de km dependiendo del tamaño de la cuenca	Mike 11 HEC-RAS SOBEK-CF Infoworks RS (ISIS)	Secciones transversales del cauce ppal y la llanura de inundación. Hidrogramas de caudal aguas arriba. Hidrógrafas de altura aguas abajo.	Profundidad del agua y velocidad media en cada sección transversal. Extensión de la inundación por la intersección de la profundidad del agua simulada con el MDE. Hidrograma de salida aguas abajo.	Minutos

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN	EJEMPLO DE MODELOS	DATOS DE ENTRADA	DATOS DE SALIDA	TIEMPO COMPUTACIONAL (AÑO 2006)
1D+	Enfoque 1D+ con celdas de almacenamiento para la simulación del flujo en las llanuras de inundación	El diseño de la escala del modelo puede ser del orden de 10s a 100s de km dependiendo del tamaño de la cuenca, con potencial de aplicación en escalas mayores si se utilizan datos escasos de secciones transversales	Mike 11 HEC-RAS SOBEK-CF Infoworks RS (ISIS)	Igual a los modelos 1D	Igual a los modelos 1D	Minutos a horas
2D-	Ley de conservación de momentum 2D- para la llanura de inundación	Gran escala de modelación para inundaciones urbanas dependiendo de las dimensiones de las celdas	LISFLOOD-FP	MDE (DEM) Hidrograma de caudal aguas arriba. Hidrografas de altura aguas abajo.	Extensión de la inundación y profundidad del agua. Hidrograma de caudal de salida aguas abajo.	Horas
2D NC	Soluciona las ecuaciones de onda poco profunda bidimensionales en la forma no conservativa	Diseño de la escala del modelo del orden de 10s km. Podría tener el potencial para ser usado en modelación de escalas amplias su se aplica con mallas secundarias. No es adecuado para simulaciones de modelos transcíticos y flujos de rompimiento de presas.	TUFLOW	MDE Hidrogramas de caudal aguas arriba. Hidrografas de altura aguas abajo.	Extensión de la inundación Profundidades Velocidades promedio en la vertical en cada nodo computacional Hidrograma de caudal de salida aguas abajo	Horas a días

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN	EJEMPLO DE MODELOS	DATOS DE ENTRADA	DATOS DE SALIDA	TIEMPO COMPUTACIONAL (AÑO 2006)
2D C	Soluciona las ecuaciones de onda poco profunda bidimensionales en la forma conservativa	La misma que 2D NC más la capacidad de modelar exactamente flujos transcíticos, rompimiento de presas y flujos de transientes rápidos	Mike 21 TELEMAC SOBEK-OF Delft-FLS Infoworks	Igual que 2D NC	Igual que 2D NC	Horas a días
2D+	Solución 2D plus para las velocidades en la vertical usando sólo la ecuación de continuidad	Modelación de costas donde los perfiles de velocidad 3D son importantes. Ha sido también aplicado para modelación de ríos en proyectos de investigación	TELEMAC 3D Delft-3D	MDE Hidrogramas de caudal aguas arriba. Distribución de velocidades de entrada. Hidrografas de altura aguas abajo.	Extensión de la inundación Profundidades de la lámina de agua Velocidades u, v y w para cada celda computacional. Hidrograma de caudal de salida aguas abajo.	Días
3D	Solución 3D de las ecuaciones tridimensionales de Navier Stokes y Reynolds promedio	Predicciones tridimensionales de campos de velocidades en los cauces principales y llanuras de inundación	CFX FLUENT PHEONIX	MDE Hidrogramas de caudal aguas arriba. Distribución de velocidades de entrada y distribución de energía cinética turbulenta Hidrografas de altura aguas abajo.	Extensión de la inundación Profundidades de la lámina de agua Velocidades u, v y w, energía cinética turbulenta para cada celda computacional. Hidrograma de caudal de salida aguas abajo.	Días

4.8 ANÁLISIS BÁSICO PREDIAL

En el análisis básico predial realizado en la definición y delimitación de zonas de ronda de protección de cuerpos hídricos se utiliza una sobreposición cartográfica simple, ya que nos

Gestión Ambiental Responsabilidad de Todos

Bogotá D.C. Carrera 7 No. 36-45; Código Postal 110311 - Conmutador: 320 9000 Ext: 1345 www.car.gov.co

Fax: 287 1772 - Correo electrónico: sau@car.gov.co

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

permite identificar cuales predios y en qué proporción se encuentran éstos predios afectados por los polígonos de ronda de protección encontrados en la aplicación del modelo hidráulico.

La sobreposición cartográfica simple consta de dos capas de información geográfica que se han de sobreponer una sobre la otra con el fin de hacer análisis de las relaciones geográficas entre ellas.

En primer lugar se debe verificar que las dos capas posean un mismo sistema de coordenadas y se encuentren referenciadas a un mismo origen, con el fin de garantizar que la ubicación de los objetos de estas capas sea real y así poder identificar las características o relaciones topológicas existentes entre ellas. En dado caso que las capas no cumplan con esta condición cartográfica básica será necesaria la transformación de estos sistemas de coordenadas, es decir se debe migrar alguna de las dos capas desde su sistema de coordenadas original hacia el sistema de coordenadas de la otra capa y así al ser coincidentes poder realizar la sobreposición de estos objetos geográficos.

Al tener esta información lista se grafica la capa que contiene los polígonos de la zona de ronda de protección del cuerpo hídrico en estudio y luego se grafica la capa que contiene los polígonos de los límites prediales.

En estos análisis básicos prediales buscamos principalmente dos relaciones topológicas en particular, primero la intersección, es decir cuales polígonos de la capa de predios se tocan total o parcialmente con el polígono de la zona de ronda de protección del cuerpo hídrico. En segundo lugar la contención, es decir, cuales polígonos de la capa de predios se encuentran contenidos total o parcialmente en el polígono de la zona de ronda de protección del cuerpo hídrico.

El resultado de este proceso es un listado de los predios afectados por la zona de ronda de protección del cuerpo hídrico y un listado con el cálculo del área o porcentaje del área afectada en cada uno de los predios afectados por la zona de ronda de protección del cuerpo hídrico.

4.9 ZONIFICACION Y USOS RECOMENDADOS DEL SUELO

El régimen para la zonificación y usos recomendados de los suelos que se encuentran dentro de la zona de ronda para el Río Frío, se establece según el acuerdo 16 de 1998 numeral 3.2., el cual dice:

“3.2 Áreas periféricas a nacimientos, cauces de ríos, quebradas arroyos, lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general son franjas de suelo de por lo menos 100 metros a la redonda, medidos a partir de la periferia de nacimientos y no inferior a 30 metros de ancho, paralela al nivel máximo de aguas a cada lado de los cauces de ríos, quebradas y arroyos sean permanentes o no, y alrededor de lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA

Uso principal: *Conservación de suelos y restauración de la vegetación adecuada para la protección de los mismos.*

Usos compatibles: *Recreación pasiva o contemplativa.*

Usos condicionados: *Captación de aguas o incorporación de vertimientos, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre los nacimientos. Construcción de infraestructura de apoyo para actividades de recreación, embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagüe de instalaciones de acuicultura y ex tracción de material de arrastre.*

Usos prohibidos: *Usos agropecuarios, industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, tala y rocería de la vegetación”*

5 BIBLIOGRAFÍA

- Chow, V. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: McGRA-HILL.
- Diaz Granados, M. (2009). Memorias del curso Hidráulica de Rios. Bogotá : Universidad de los Andes.
- Engineers, U. A. (2001). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS. User's Manual*. Davis USA: USACE.
- Flood Site. (01 de Febrero de 2009). *Flood inundation modelling. Model choice and proper application*. Recuperado el 24 de Agosto de 2009, de Flood Site: www.floodsite.net
- Horrit, M., & Bates, P. (2002). Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. *Journal of Hydrology*, 87-99.
- Instituto Geológico y Minero de España. (2008). *Mapas de peligrosidad de avenidas e inundación: Métodos, experiencia y aplicación*. Madrid : Ministerio de ciencia e innovación.
- Instituto Geológico y Minero de España. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guia Metodológica para su elaboración*. Madrid: Ministerio de Ciencia e innovación.
- Ministerio, d. (2009). *Manual de drenaje para carreteras*. Bogotá: Instituto Nacional de Vias.
- Silva Medina, G. (2000). *Hidrología Básica*. Bogotá: Publicaciones Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional.
- Vargas M., R., & Diaz Granados , M. (2008). *Curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad-Duración-Frecuencia para Colombia*. Bogotá: Universidad de los Andes.

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 Áreas 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 Bogotá 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.

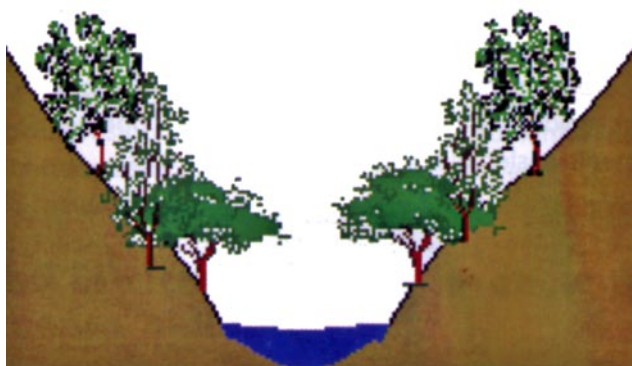


Fig. No.1 Valles en forma de V con laderas simétricas. (vista en perfil)

- 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 meandríformes.



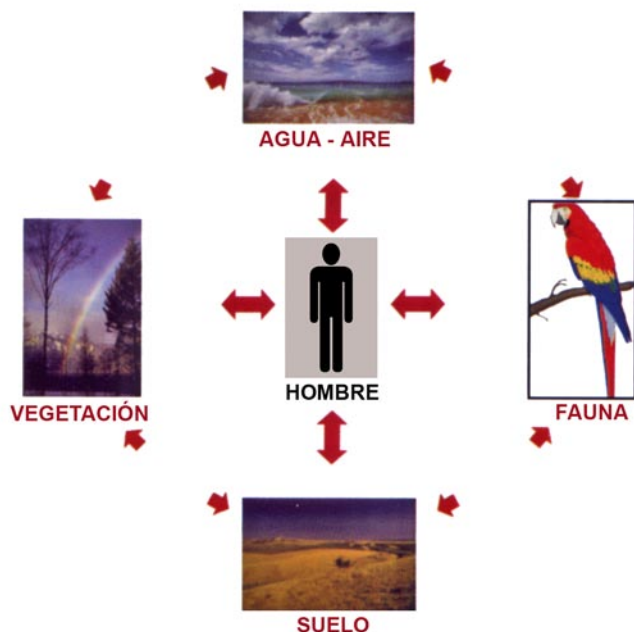
Fig. No.2 Valles en forma de V completamente truncada. (Vista en perfil)

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.

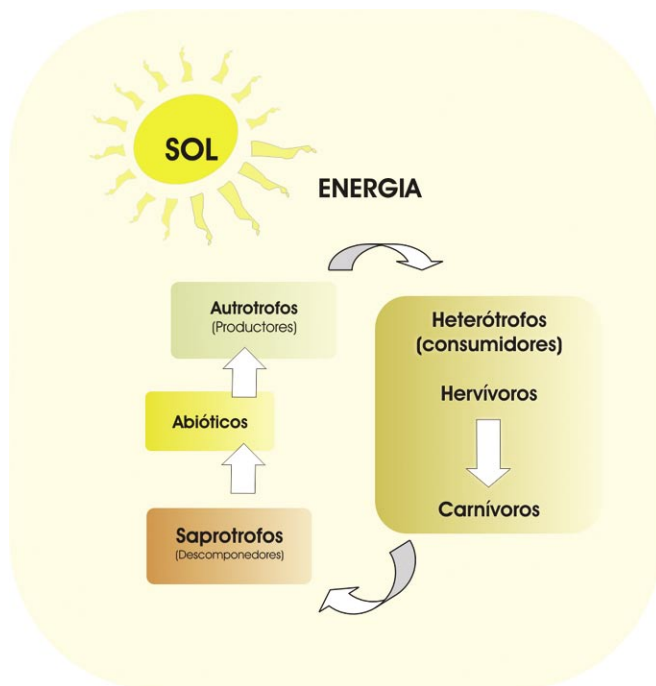


Fig. No. 4. Flujo de energía y de materiales en un ecosistema. Tomado de Duvigneaud, 1981

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.

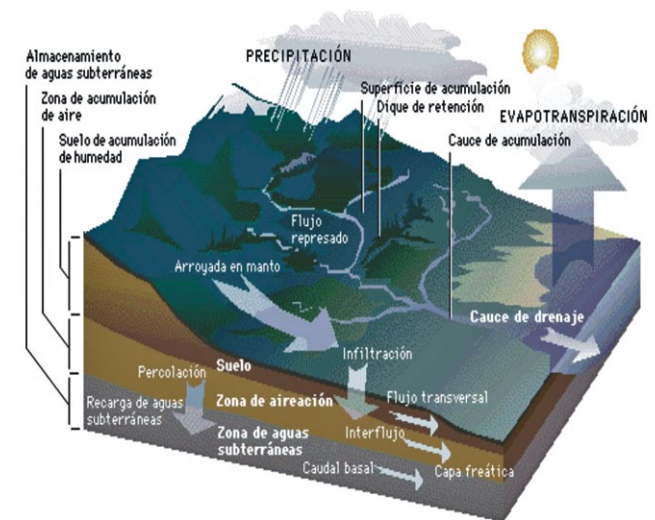


Fig. No. 5. Ciclo hidrológico de una cuenca hidrográfica. Tomado de Microsoft Encarta 2003.

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.

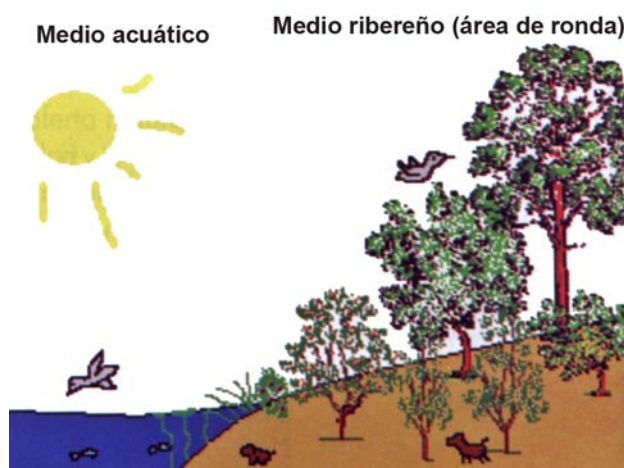


Fig. No. 6. Interrelaciones entre el medio acuático y el área de ronda en un cuerpo hídrico. (estructura horizontal)

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, **permitiendo 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 microcuencas (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-

silencia 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.

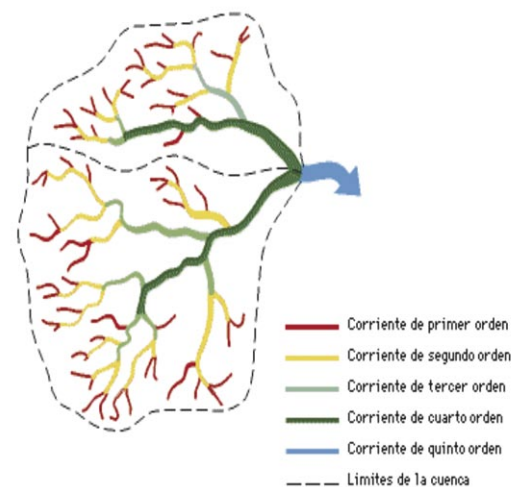


Fig. 7. Esquema de ordenes de corrientes, según la clasificación de Horton (1940). Tomado y adaptado de Microsoft Encarta 2003.

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

aproximación estadística que no tenía su base en la manera de discurrir naturalmente el agua y la formación de canales.

1.7. Método práctico para delimitar cuencas hidrográficas.

La base donde se presentan las cuencas hidrográficas son las cartas geográficas, mapas o planos topográficos, en estos planos se encuentra generalmente la siguiente información: una representación del relieve en unas líneas continuas llamadas curvas de nivel, estas líneas imaginarias nos dan la altura sobre el nivel del mar donde se halla determinado lugar; también existen en estos planos una representación de todas las corrientes de la cuenca, llamada red hidrográfica, que como ya se dijo anteriormente, esta compuesta por un cauce principal y otros secundarios.

El primer paso para la delimitación de una cuenca será: resaltar toda la hidrografía de la zona, preferiblemente con color, resaltando la corriente principal, en el ejemplo gráfico es el río Blanco y se podrá observar en forma clara donde nacen las corrientes secundarias y en cual sitio vierten sus aguas al cauce principal. Los lugares más altos donde nacen las corrientes secundarias y la principal es generalmente una cuchilla, un filo o una serranía.

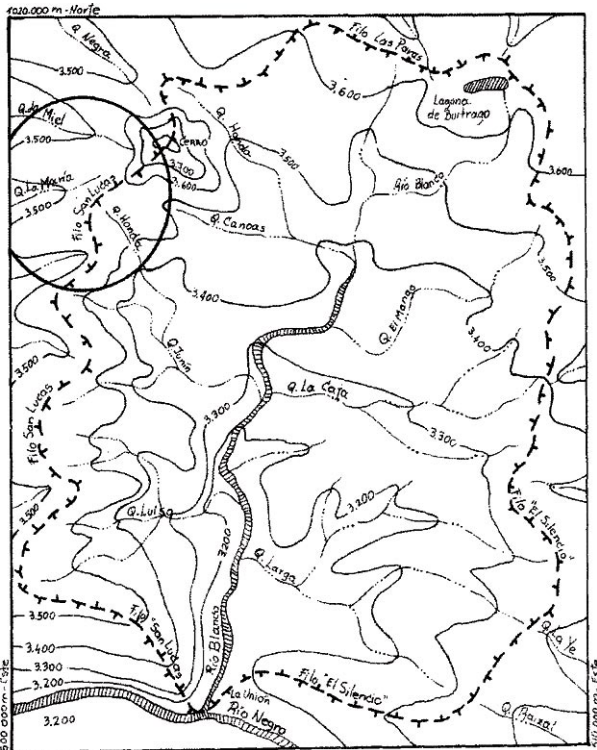


Figura No. 8. Mapa de localización de una cuenca hidrográfica. Tomado y adaptado de Ecoguias, Colegio Verde Villa de Leyva

Estos sitios de separación como en el caso de la Quebrada “la María” y la Quebrada “la Honda” que están separados por el filo llamado “San Lucas” es lo que se constituye como el llamado “divorcio de aguas”, ver ejemplo en la Fig. 8 señalada con un círculo; así que la delimitación de la cuenca puede comenzar por la desembocadura de la corriente principal en el otro río mayor, subiendo por los filos y las cuchillas, según las curvas de nivel, y rodeando toda la cuenca por las partes altas que son los sitios donde nacen las corrientes secundarias, esta línea imaginaria se representa mediante el símbolo indicado en las convenciones del mapa del ejemplo. El recorrido de la delimitación comenzando por la intersección de las dos corrientes mayores, puede hacerse en el sentido de las manecillas del reloj y volver al punto de origen.

1.8. Concepto de nacederos.

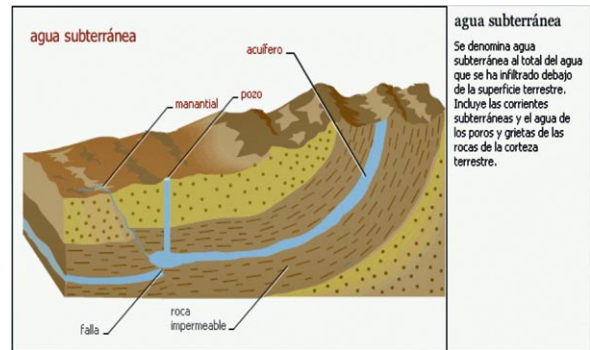


Figura No. 9. Formación de las cuencas hidrográficas. Tomado y adaptado de Microsoft Encarta 2003.

De acuerdo con los criterios generales establecidos en el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (2000), el escenario de protección y restauración del recurso hídrico es la microcuenca, y dentro de ella interesa considerar cuatro zonas:

- **Zonas de recarga:** Áreas de alta permeabilidad o fisuramiento que permiten la infiltración del agua al interior de la tierra, sirviendo de recarga a los acuíferos.
- **Zona de descarga:** Partes medias y bajas, donde el agua del acuífero aflora de nuevo a la superficie terrestre. Se conocen como nacimientos, manas, orillas de quebradas y hondonadas pantanosas.

- **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 nacederos de acuerdo al tipo de fuente donde se encuentran:

- **Fuentes completamente definidas ubicadas en grietas de rocas:** (Foto No.2) Normalmente corresponden a nacederos 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. Nacedero 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, nacederos, 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)

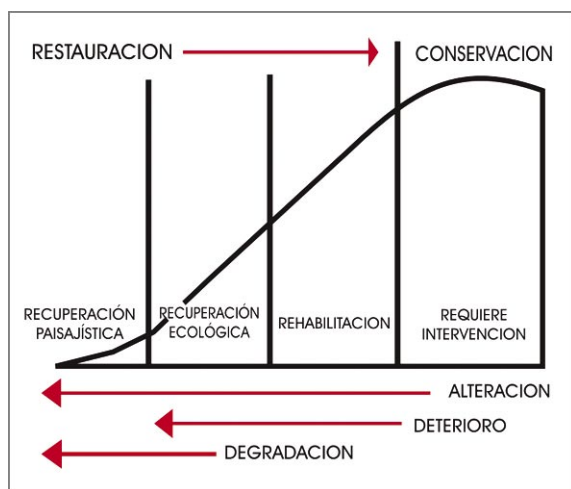


Figura No. 10. Curva de alteración y restauración de un ecosistema.

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 acuíferos⁵ 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 mas 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 carac-

terísticas 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 presentes⁶. 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 Km². 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.

La 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 Glorieta, 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, Tunjuelito, 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 rural) 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 nacaderos 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, Cucurbital, 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 Bogotá 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.

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 está igualmente adaptada a la fricción generada por los materiales que transporta la corriente.



Foto No. 4. Vegetación asociada a corredores riparios.

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).

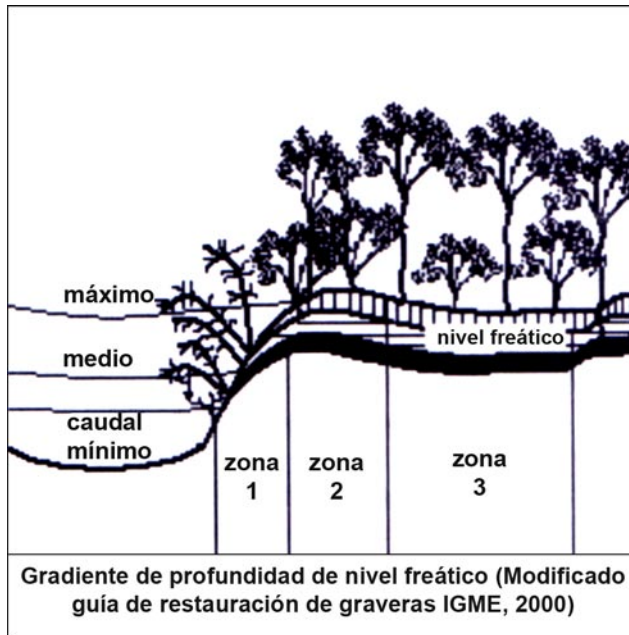


Fig. No. 11. Distribución horizontal de la vegetación del área de ronda, según el nivel freático.

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 nacederos 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 nacederos 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-Urbe 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 fuscater*) 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 Muiscas, 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 prehispánicas.

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 Muiscas. 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 presentaban 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 expidieran 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 consecuencia 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 nacimientos 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 ciclado 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 nacederos 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:

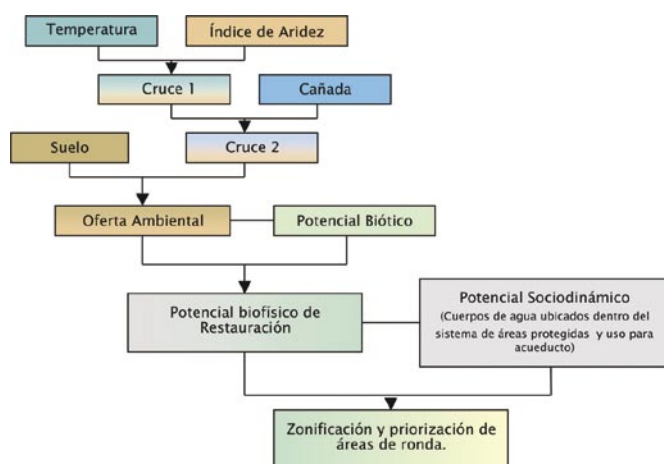


Fig. No. 12. Modelo conceptual zonificación y priorización de áreas de ronda a intervenir en el área del Distrito Capital.

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	7661	11.313
Sumapaz	989	34.486	37.397
Ciudad Bolívar	212	2.073	280
Suba	72	148.	3.926
Total	2.733	45.583	56.313

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:

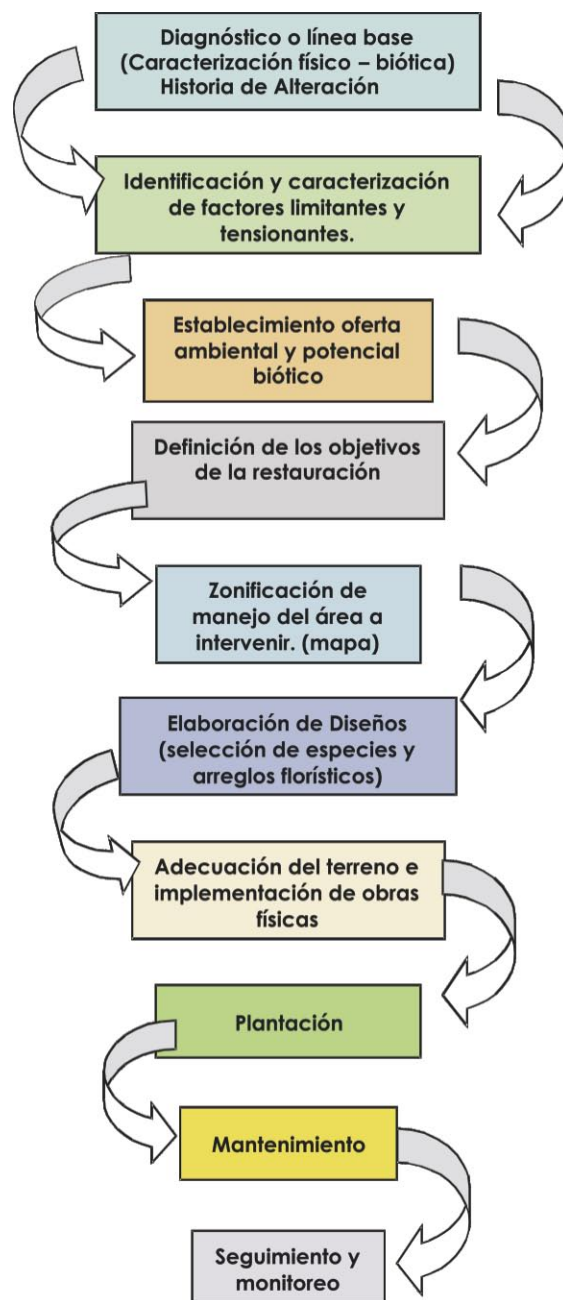


Fig. No. 13. Procedimiento para abordar un proyecto de restauración ecológica.

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.

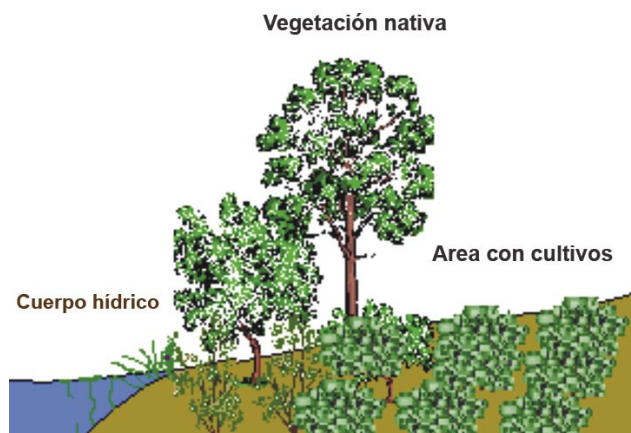


Fig. No. 14. Análisis ambiental preliminar del área de ronda.

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)

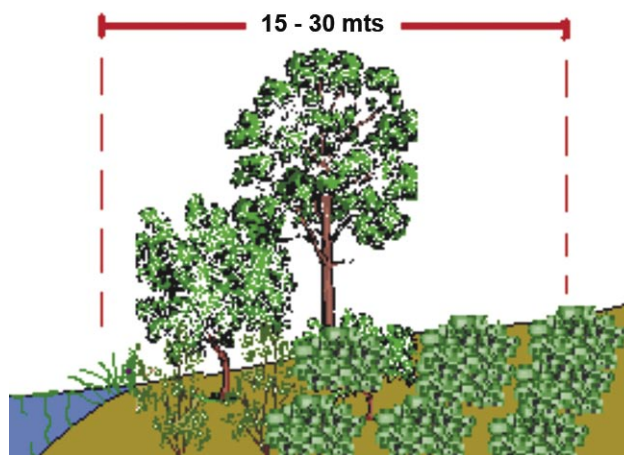


Fig. No. 15. Establecimiento del área de ronda según legislación vigente.

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 elaborarán 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.

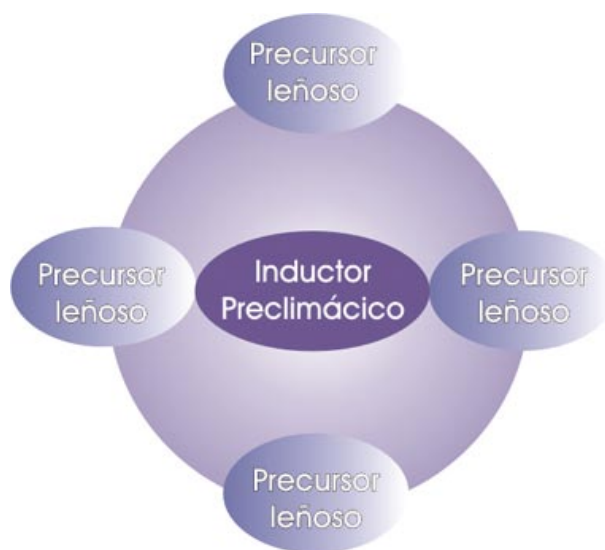


Fig. No. 17. Distribución de las especies según su función en un arreglo florístico.

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):

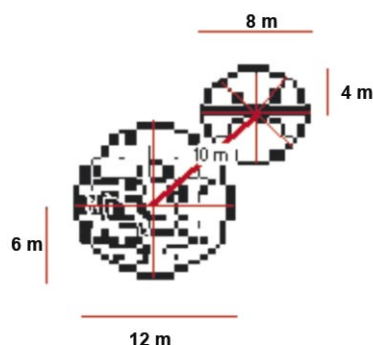


Fig. No. 18. Distribución de las especies según su área de copa en un arreglo florístico.

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.

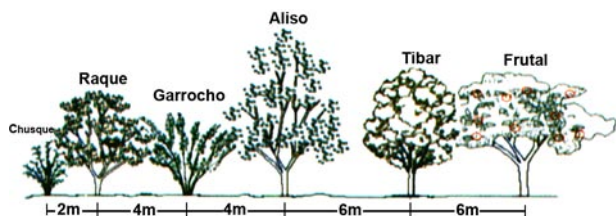


Fig. No. 19. Arreglo florístico No. 1 para áreas de ronda afectadas por agricultura.

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 Tibar, adicionalmente aporta Nitrógeno al suelo y sirve como fuente de alimento para los insectos; **en la zona 3**, el Tibar 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.

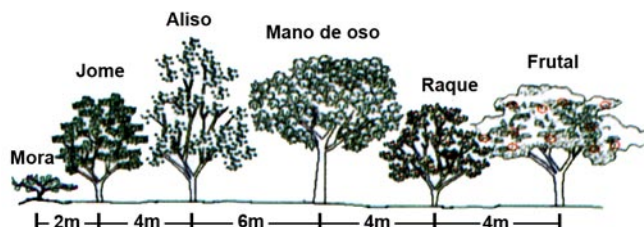


Fig. No. 20. Arreglo florístico No. 2 para áreas de ronda afectadas por agricultura.

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

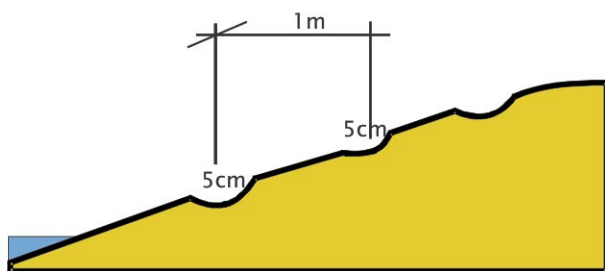


Fig. No. 21. Zanjillas de absorción.

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 zanjillas 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.

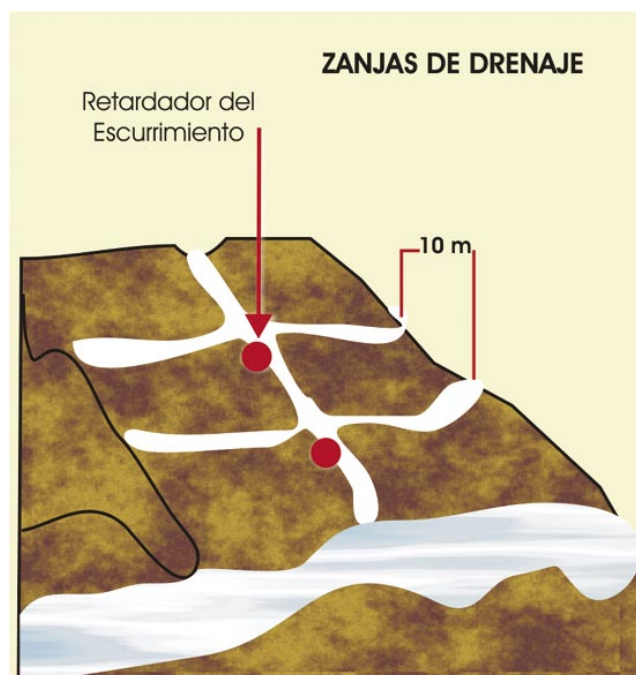


Fig. No. 22. Zanjas de drenaje.

Son similares a las zanjillas de absorción, solo que al contruirse 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.

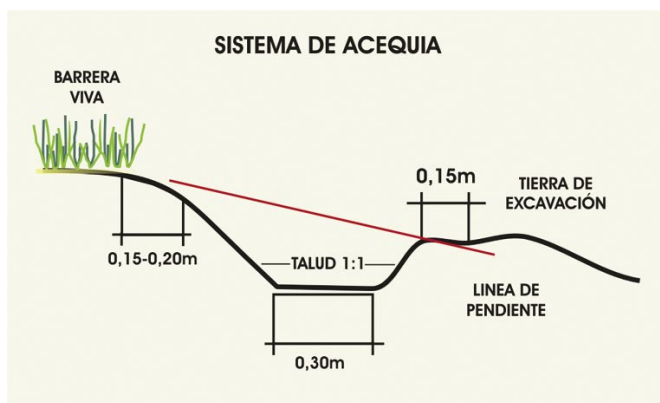


Fig. 23. Sistema de acequia. Fuente. Manual técnico para el manejo integral de cuencas hidrográficas. Convenio SENA-MINAMBIENTE(1997)

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
	0,25	110,0
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.

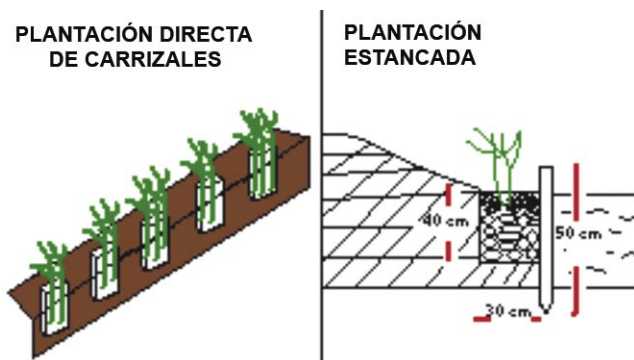


Fig. No. 24. Diagrama para la plantación de Chusques y Juncos en las márgenes inundadas del área de ronda.

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.

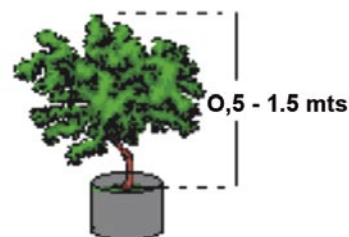


Fig. No. 25. Tamaño sugerido de árboles y arbustos a usar en la implementación de los diseños de restauración.

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.

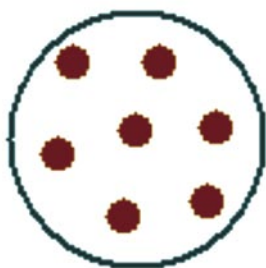


Fig. No. 26. Trazado de los hoyos para la plantación según diseños y arreglo florístico.

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.

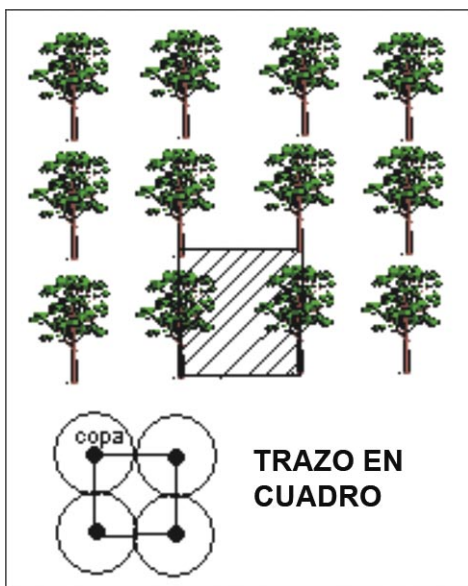


Fig. No. 27. Trazado en cuadro para la plantación de material vegetal en áreas de ronda.

• **Triangulo o al tres bolillo:** (Figura No. 28) Consiste en sembrar los individuos vegetales en cada lado de un triángulo 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.

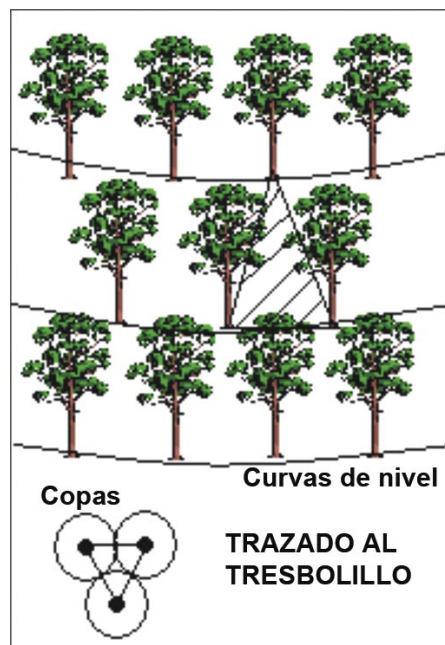


Fig. No. 28. Trazado al tres bolillo para la plantación de material vegetal en áreas de ronda.

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.

$$N = \frac{s}{d} * 1.154 = \frac{10.000m}{3 \times 3} * 1.154 = 1111 \text{ arb/Ha}$$

$$1111 \text{ arb/Ha} * 1.154 = 1282 \text{ árboles tres bolillos}$$

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

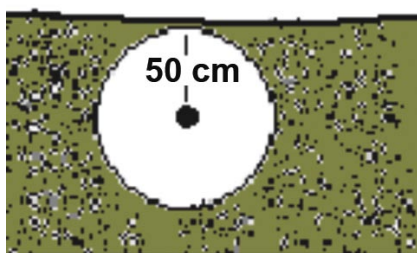


Fig. No. 29. Esquema para la realización del plateo.

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.

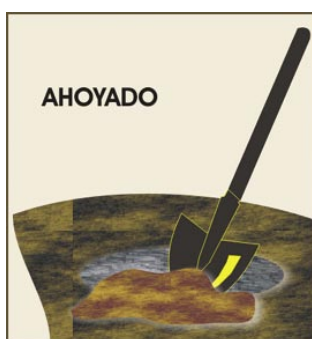


Fig. No. 30. Esquema para la realización del ahoyado.

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 quemas.
- 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:

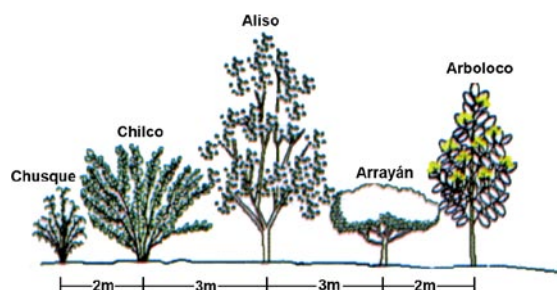


Fig. No. 32. Esquema horizontal arreglo florístico para áreas afectadas por pastoreo.

Arreglo Florístico No. 1

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Baccharis latifolia* (Chilco) + *Alnus acuminata* (Aliso) + *Mircianthes leucoxyla* (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 aristei* (Amargoso). (Fig. No. 33)

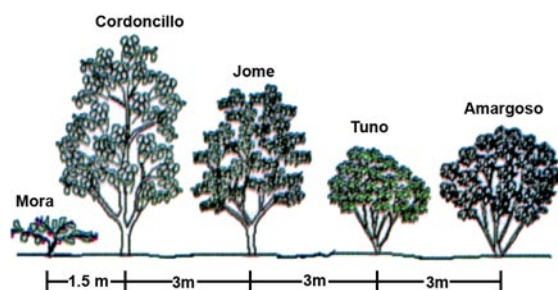


Fig. No. 33. Esquema horizontal arreglo florístico para áreas afectadas por pastoreo.

Arreglo Florístico No. 3

- *Chusquea* sp. (Chusque) + *Viburnum* spp (Garrocho) + *Vallea stipularis* (Raque) + *Xylosma spiculiferum* (Corono) + *Ageratina aristei* (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 plateos, 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 límite 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 odoratum*) 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), maíz 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 sectorizarán, 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 dinamogenéticas:** 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:

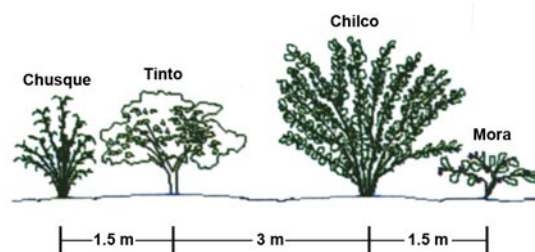


Fig. No. 34. Esquema horizontal arreglo florístico para áreas afectadas por erosión.

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 aristei* (Amargoso) + *Muehlenbeckia thamnifolia* (Bejuco colorado)

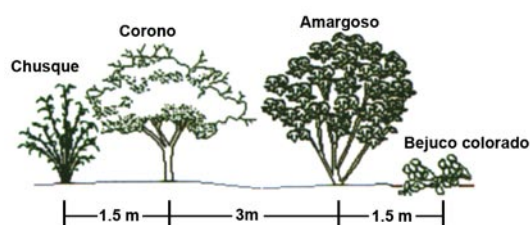


Fig. No. 35. Esquema horizontal arreglo florístico 2 para áreas afectadas por erosión.

Arreglos florísticos No. 3

Piper spp. (Cordoncillo) + *Ageratina angustifolia* (Jome) + *Miconia squamulosa* (Tuno esmeraldo) + *Ageratina aristei* (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.

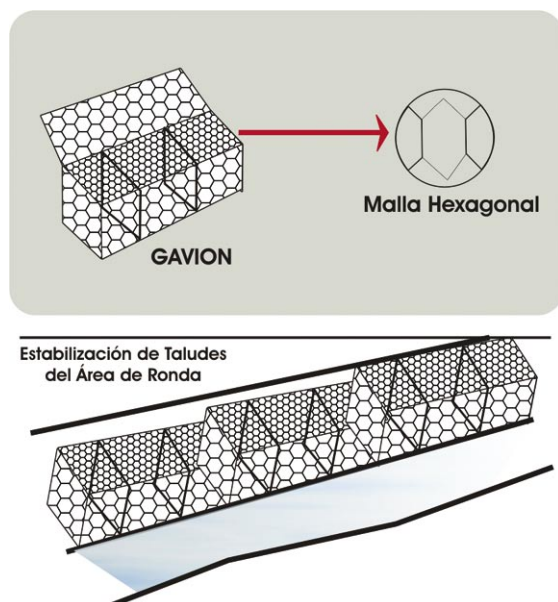


Fig. No. 36. Esquema para la realización de gaviones para el control de la erosión en los taludes de los cuerpos de agua.

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.

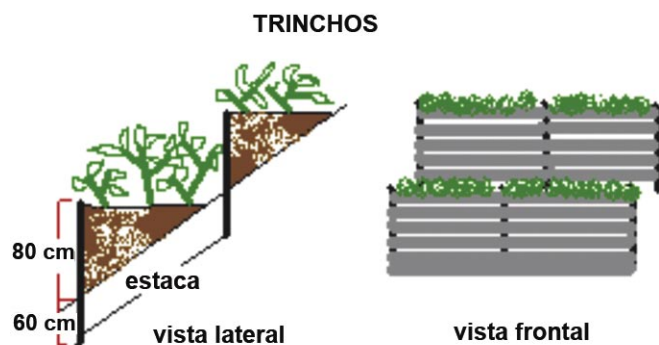


Fig. No.37. Esquema para la realización Trinchos.

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

Una vez construida la estructura del trinchos, se rellena con tierra mezclada con materia orgánica en capas horizontales, teniendo la precaución de apisonarla bien. El trinchos 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.²), 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

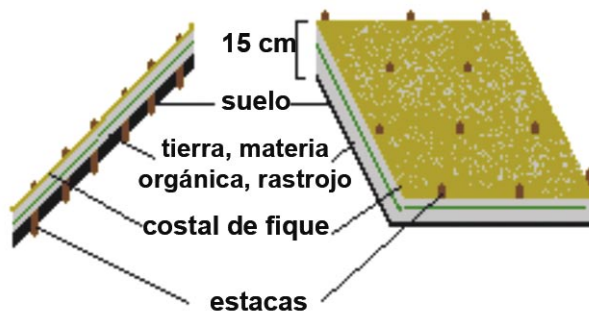


Fig. No. 38. Esquema para el cubrimiento de taludes con costales.

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 debe 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)

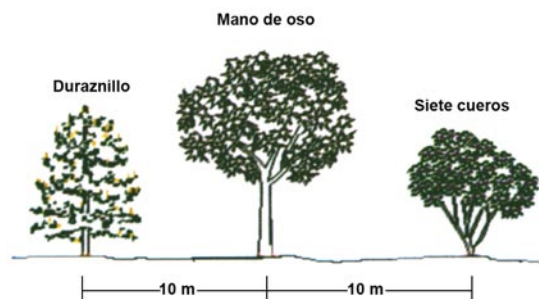


Fig. No. 39. Perfil horizontal en áreas con expansión del borde urbano.

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.

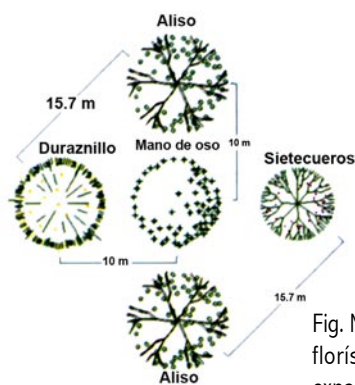


Fig. No. 40. Vista de planta del arreglo florístico para áreas afectadas por expansión del borde urbano.

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.

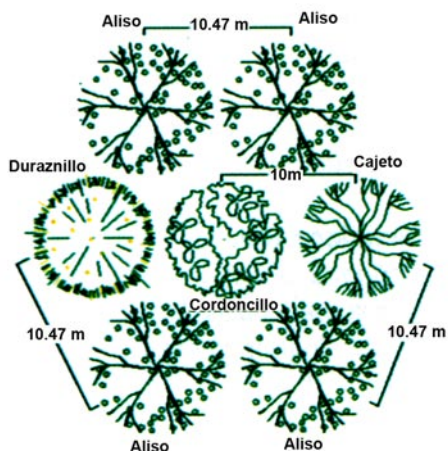


Fig. No. 41. Vista de planta del arreglo florístico 2 para áreas con expansión del borde urbano.

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 (*Swallenochloa 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: Corono (*Xylosma spiculiferum*), Mortiño (*Hesperomeles spp*), Espino garbanzo (*Duranta mutisii*), Espino (*Berberis rigidifolia*), el Amargoso (*Ageratina aristeii*), 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:

LINEAS CONCÉNTRICAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE NACEDEROS

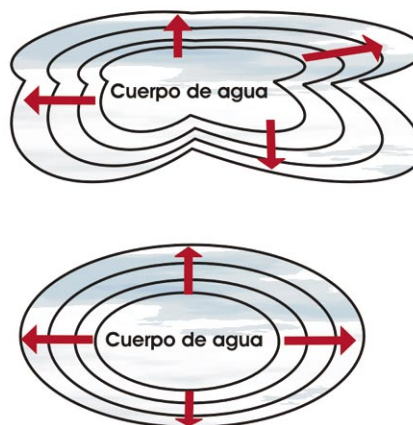


Fig. No. 43. Líneas concéntricas para la elaboración de un diseño de restauración ecológica en nacederos.

Algunas formulas florísticas que se pueden implementar son:

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

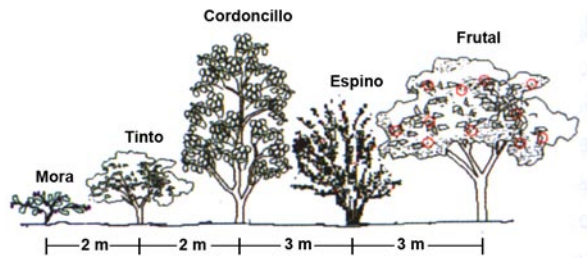


Fig. No. 44. Perfil de la vegetación a plantar en área de ronda de nacederos.

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:

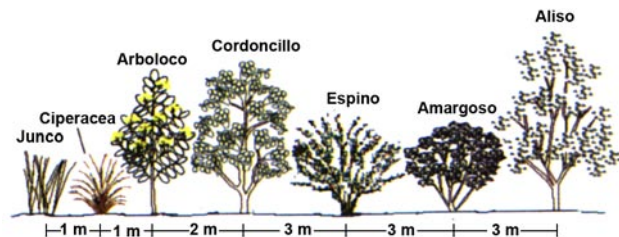


Fig. No. 45. Perfil de la vegetación a plantar en área de ronda de nacedero.

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 RESTAURACIÓN 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 nacederos, es importante identificar los pasos que conlleva el ciclo de un proyecto. (Ver figura No. 46)

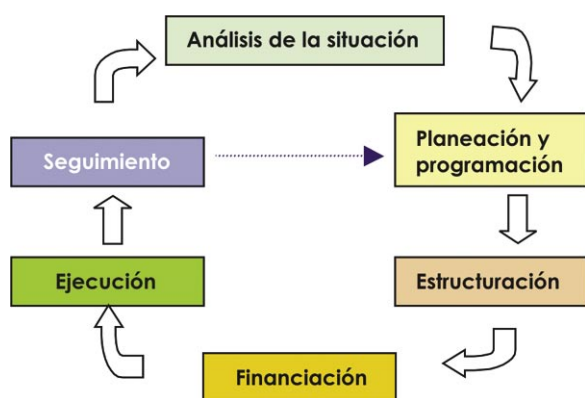


Fig. No. 46. Ciclo de un proyecto.

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 acen- tuando?, 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 partici- pativo, es decir donde todas las personas interesa- das, 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 oca- siones 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 he- rramienta 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 conti- nuación:

ASPECTO	CONCEPTO BÁSICO
Ambiental	• Zonificación agroecológica de la microcuenca. • Usos del agua • Inventario de especies vegetales y animales. • Usos de algunas de las especies vegetales y animales. • Estado de los recursos naturales.
Económico	• Sistemas de producción y comer- cialización. • Rentabilidad. • Prácticas agropecuarias y fores- tales.
Social	• Tenencia de la tierra. • Grado de organización comuni- taria. • Acceso a servicios básicos. • División del trabajo dentro de la familia.

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:

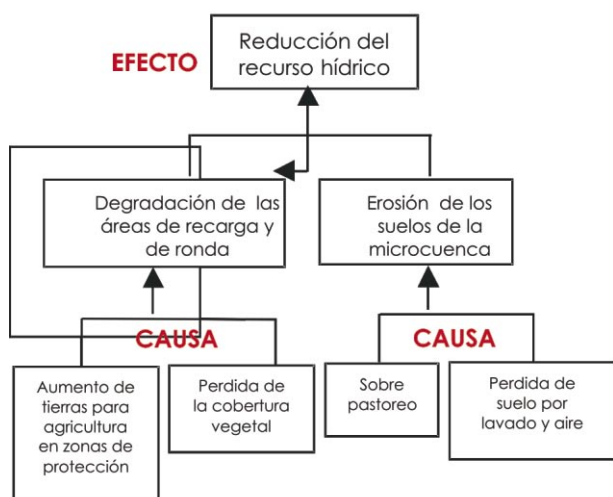


Fig. 47. Relación causa-efecto

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.

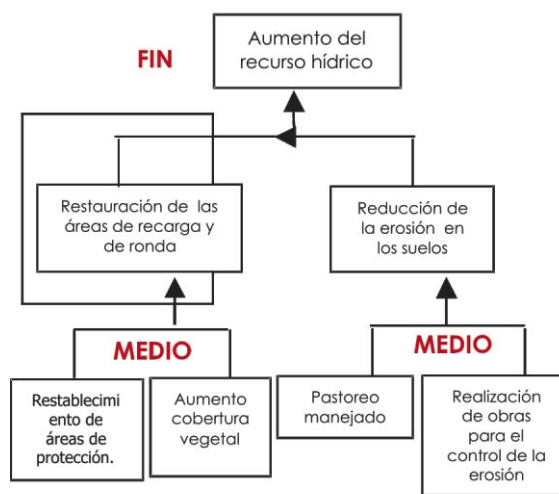


Fig. 48. Relación medio-fin en la formulación de un proyecto.

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 esta 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.

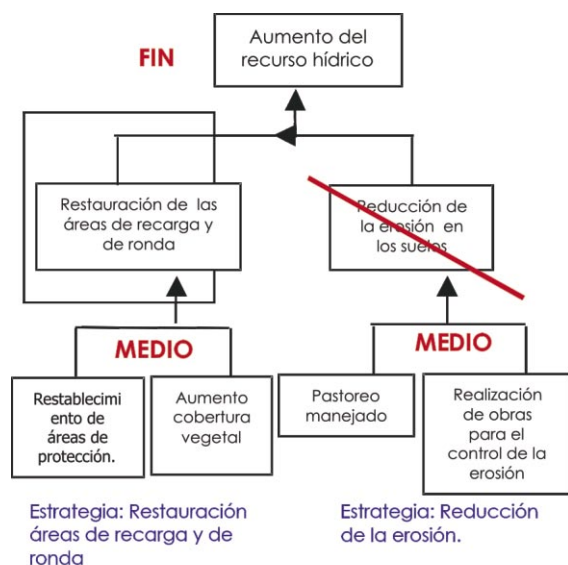


Fig. 49. Análisis de estrategias.

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

sinfética mostrar los aspectos mäs relevantes de un proyecto y presentar de forma l6gica 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.

	Lógica de intervención	Indicadores objetivamente verificables	Fuentes de verificación	Alcance
Objetivo general				
Objetivo específico				
Resultados				
Actividades		Medios	Conex	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.

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.

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

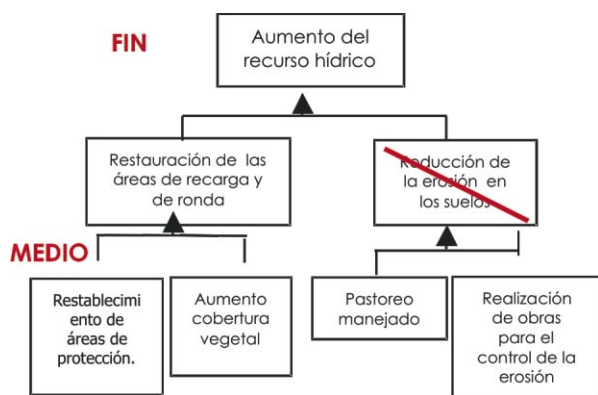
un único objetivo específico, lo que evita que se apunte hacia muchos propósitos y realmente se consigan pocos.

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 riego.			
Resultados	1. Reestablecimiento de áreas de protección. 2. Aumento de la cobertura vegetal. 3. Implementación de obras para el control de la erosión. 4. Control al pastoreo en áreas de riego.			
Actividades	1. Organizar a los propietarios de predios que poseen áreas de riego. 2. Aplicar la normativa vigente. 3. Verificar las necesidades de restauración en cada predio. 4. Implementar los modelos de restauración.	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:

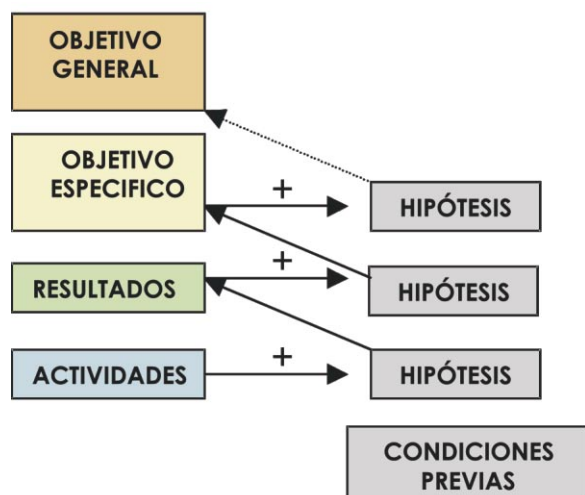


Fig. 52. Hipótesis. Fuente: Manual Gestión del ciclo de un proyecto. Comisión de las Comunidades Europeas. Holanda.1993.

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 da, 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 CUANTITATIVAMENTE VERIFICABLES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	HIPÓTESIS
Objetivo general	Aumento de la cobertura vegetal.	A partir de 2007 se ha aumentado en un 30% el total 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 micos.	Informe del proyecto registro fotográfico verificación en campo.	Las comunidades de ronda al inicio de ronda se la ejecución del proyecto.
Resultados	1. Revitalizamiento de áreas de protección	A 9 de Agosto de 2006 se tiene revitalizado el 100% de las áreas de ronda de la microcuenca X por parte de la comunidad de la zona de la variedad Y.	Informe periódico del proyecto registro fotográfico verificación en campo.	- las condiciones de seguridad permiten el acceso al área.
	2. Aumento de la cobertura vegetal.	A 70 de Junio de 2006 se tiene revitalizado el 100% de las áreas de ronda de la microcuenca X por parte de la comunidad de la zona de la variedad Y.	Verificación en campo y registro fotográfico.	- las especies vegetales plantadas se adaptan y sobreviven. - Se reducen los usos de apoyo de sedimentos al cuerpo hídrico. - los pobladores del área no permiten el acceso de ganado.
	3. Implementación de obras para el control de la erosión.			
	4. Control el proyecto en áreas de ronda.			
	1. Organizar a los propietarios de predios que poseen áreas de ronda. 1.2 Aplicar la normatividad vigente. 2.1 Verificar las necesidades de restauración en cada predio. 2.2 Implementar los medios de restauración.	Recurso humano 120 horas Vehículo 4 días 1 Campesinista al Auditorio Otro Condiciones previas: - Construcción de recursos - Entrega de los propietarios de los predios.	2'000.000 1'300.000 400.000 200.000 300.000 6'400.000	La comunidad del área de influencia del proyecto es receptiva al mismo. Los propietarios de los predios que poseen áreas de ronda permiten la intervención. Las condiciones climáticas durante la época de intervención permiten la implementación de los medios.

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 Lucia	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 Piojo, 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	Sumapaz
		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 Garracho (<i>Viburnum tinoides</i>). Estrato arbustivo => Chusque (<i>Chusquea scandens</i>), el Jome (<i>Eupatorium aristei</i>) y las moras ó zarzas (<i>Rubus</i> spp.). Estrato herbáceo[2] => Helechos.	Rio 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 Cucharo (<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 esmeralda (<i>Miconia squamulosa</i>), el Chusque (<i>Chusquea scandens</i>) y la mora (<i>Rubus</i> spp.). Estrato herbáceo => Helechos y Anturios.	Cuenca media del río Teusacá y la cuenca media del río Mugroso	Chapinero y Usme
Bosque ripario de Tibar (<i>Escallonia paniculata</i>)	Estrato arbóreo => Tibar (<i>Escallonia paniculata</i>), el Guayabo (<i>Myrcianthes rhopaloides</i>) y el helecho arborescente (<i>Cyathea</i> spp.). Estrato subarbóreo => Raque (<i>Vallea stipularis</i>) y el palo amarillo (<i>Bocconia 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 esmeralda (<i>Miconia squamulosa</i>), algunas Solanaceas y el Chusque (<i>Chusquea</i> spp.).	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 granadiensis</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 Farias. 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 Chusquea (<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 bioindicadores 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</i> spp.)
	Caña brava (<i>Arundo donax</i>)
	Hoja de pantano (<i>Gunnera bogotana</i>)
	Balazo (<i>Monstera deliciosa</i>)
	Anturios (<i>Athurium</i> spp)
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</i> spp)
	Licopodios
Ambientes fríos	Carrizo (<i>Swallenochloa tessellata</i>)
	Romero de páramo (<i>Diplostephium revolutum</i>)
	Falsa reventadera (<i>Gaultheria</i> sp.)
	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 aristiei</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 leucoxyla</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 aristiei</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 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>
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 aristata</i> , <i>Chusquea spp</i> y <i>Myrcia dugandii</i> .
Raque, 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 antiganado	<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</i> , <i>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</i> , <i>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</i> , <i>Solanum oblongifolium</i> , <i>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</i> , <i>Weinmannia tomentosa</i> , <i>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</i> , <i>Piper bogotenses</i> , <i>Barnadesia spinosa</i> , <i>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</i> , <i>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>Cardia lanata</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Myrcianthes leucoxyla</i> y <i>Viburnum triphyllum</i> , <i>Duranta mutisii</i> , <i>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</i> , <i>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</i> , <i>Weinmannia tomentosa</i> , <i>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</i> , <i>Weinmannia tomentosa</i> , <i>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: Declárase 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, 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	Artículo 89. Sobre la protección de zonas de manejo especial, modifica el artículo 16 de la Ley 373 de 1997, añadiéndole los siguientes párrafos: 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. 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.
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 uso forestal, y se permite únicamente senderos peatonales, ciclovías, canchas deportivas y equipamiento urbano de uso público.
	Acuerdo 19 de 1.996	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 y adelantar las acciones necesarias para tal efecto.
	Decreto 619 de 2000 (POT)	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. Artículo 12. Definiciones aplicadas a la Estructura Ecológica Principal. 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. 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. 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 ... 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.
	Decreto 061 de 2003 (PGA)	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. 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.
	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.

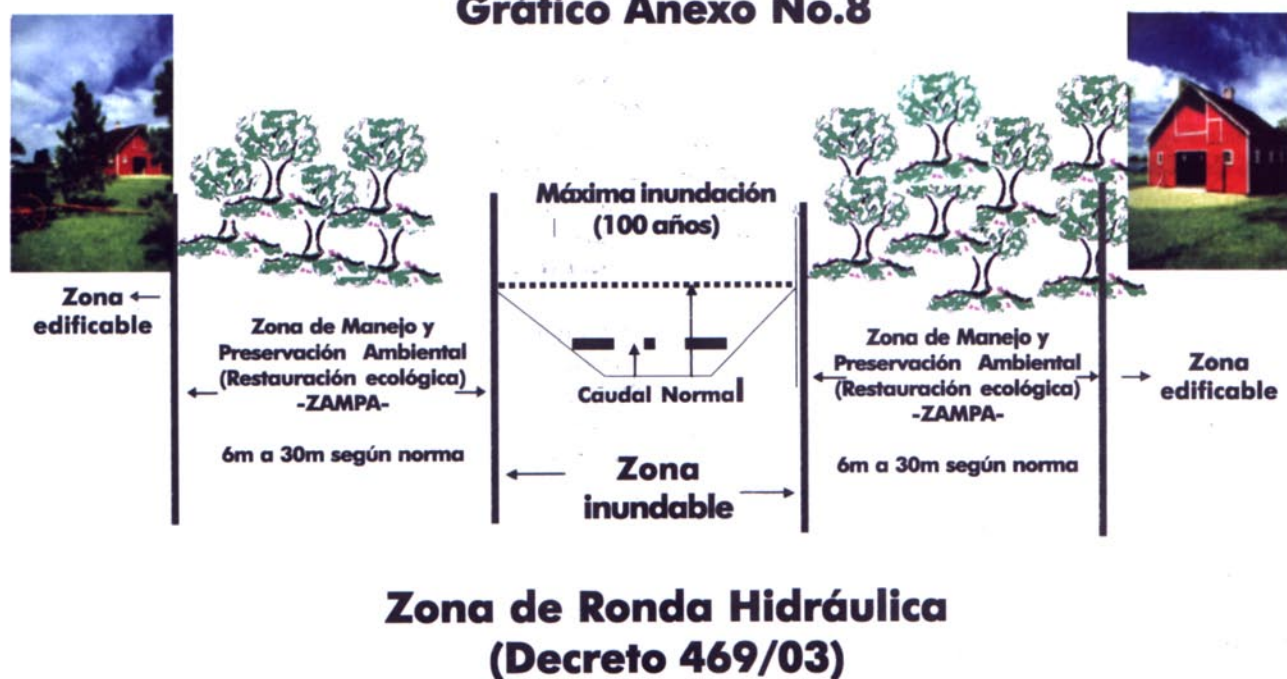
ANEXO No. 8

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 Usaqué, Chapinero, Santa Fe, San Cristobal, Usme y Ciudad Bolívar.

Gráfico Anexo No.8



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 cubre

de modo muy amplio a poblaciones dinamogenéticas 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 km² 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 priseriales 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 dinamogenética que se establece típicamente como primer elemento leñoso dentro de la sere, 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

- CALE Z. (2002). Germinación y Crecimiento del Arbolito Montano *quadrangularis* Sch. Bip. en Suelos Perturbados por Cerdos en Pastoreo y Remoción Manual del Pasto. Fundación CIPAV. Cali (Colombia).
- 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. Kuxulab ´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.



PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
DEL DISTRITO CAPITAL
P. G. A.
2008 - 2038

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, D.C.
SAMUEL MORENO ROJAS
Alcalde Mayor

JUAN ANTONIO NIETO ESCALANTE
Secretario Distrital de Ambiente

JOSÉ FERNANDO CUELLO CUELLO
Director de Planeación y Sistemas de Información Ambiental

ANDREA MELISSA OLAYA ÁLVAREZ
Subdirectora de Políticas y Planes Ambientales

LUIS BENEDRIN CARVAJAL CELEMIN
Asesor externo Despacho del Secretario

DANIEL OJEDA CRUZ
Profesional Subdirección de Políticas y Planes Ambientales

GLORIA MARIBEL TORRES
Jefe Oficina Asesora de Comunicaciones

EDICIÓN EDITORIAL
Yineth Pinilla

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Daniel Navas

© Alcaldía Mayor de Bogotá
Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, 2010
ISBN N°. XXXXXX
Primera edición
Febrero de 2010

Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, D. C., Colombia
Impreso en Colombia - Printed in Colombia

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida total ni parcialmente, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni en ningún medio sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la entidad.



CONTENIDO

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. Propósito de la gestión ambiental del Distrito Capital.

1.2. Contexto regional y dinámica urbana.

1.2.1. Generalidades del estado del ambiente en Bogotá.

2. GESTIÓN AMBIENTAL DEL DISTRITO CAPITAL

2.1. Antecedentes.

2.2. Plan de Gestión Ambiental –PGA.

2.3. Instrumentos de planeación ambiental.

2.3.1. Instrumentos operativos de planeación ambiental.

2.3.1.1. Plan de Acción Cuatrienal Ambiental –PACA.

2.3.1.2. Planes Ambientales Locales –PAL.

2.3.1.3. Planes Institucionales de Gestión Ambiental –PIGA.

2.3.2. Otros instrumentos de planeación ambiental.

2.3.2.1. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA.

2.3.2.2. Planes de Manejo Ambiental –PMA.

2.3.2.3. Plan de Ordenamiento Territorial –POT.

2.3.2.4. Plan de Desarrollo Distrital –PDD.

2.3.2.5. Planes de Desarrollo Local –PDL.

2.4. Principios

2.4.1. Calidad ambiental para el desarrollo sostenible.

2.4.2. Desarrollo sostenible como proyecto social y cultural.

2.4.3. Preeminencia de lo público y lo colectivo.

2.4.4. Ecoeficiencia de la función y la forma urbanas.

2.4.5. Transformación positiva del territorio.

2.4.6. Gestión ambiental urbano-regional.

2.4.7. Liderazgo nacional y articulación global.

2.5. Objetivos de la gestión ambiental distrital

2.5.1. De calidad ambiental.

2.5.1.1. Calidad del aire.

2.5.1.2. Calidad del agua y regulación hidrológica.

2.5.1.3. Calidad sonora.

2.5.1.4. Calidad del paisaje.

2.5.1.5. Calidad del suelo.

2.5.1.6. Calidad ambiental del espacio público.

2.5.1.7. Conservación y adecuado manejo de la fauna y la flora.

2.5.1.8. Estabilidad climática.

2.5.1.9. Gestión ambiental de riesgos y desastres.

2.5.2. De ecoeficiencia

2.5.2.1. Uso eficiente del espacio.

2.5.2.2. Uso eficiente del agua.

2.5.2.3. Uso eficiente de la energía.

2.5.2.4. Uso eficiente de los materiales.

2.5.3. De armonía socioambiental

2.5.3.1. Productividad y competitividad sostenibles.

2.5.3.2. Ocupación armónica y equilibrada del territorio.

2.5.3.3. Cultura ambiental.

2.5.3.4. Habitabilidad e inclusión.

2.5.3.5. Socialización y corresponsabilidad.

2.5.3.6. Ordenamiento y gestión de la Ciudad–Región.

2.6. Estrategias

2.6.1. Investigación.

2.6.2. Información y comunicaciones.

2.6.3. Educación ambiental.

2.6.4. Participación.

2.6.5. Fortalecimiento institucional.

2.6.6. Sostenibilidad económica.

2.6.7. Cooperación y coordinación interinstitucional.

2.6.8. Control y vigilancia.

2.6.9. Manejo físico y ecourbanismo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.
Esquema general del concepto de territorio 17

Figura 2.
Esquema multiescalar del territorio 19

Figura 3.
Instrumentos de planeación ambiental del Distrito Capital 35

Figura 4.
Ruta Crítica para la Concertación e Implementación del PIGA 38

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.
Comparativo objetivos ambientales PGA. 33

Cuadro 2.
Comparativo estrategias PGA. 33

SIGLAS

SDA – Secretaría Distrital de Ambiente.

DAMA – Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente.

MAVDT – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

INDERENA – Instituto Nacional de Recursos Naturales.

CAR – Corporación Autónoma Regional.

PNUD – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PNUMA – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

UNCRD – Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional.

PGA – Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital.

PACA – Plan de Acción Cuatrienal Ambiental.

PAL – Planes Ambientales Locales.

PIGA – Planes Institucionales de Gestión Ambiental.

POMCA – Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

PMA – Planes de Manejo Ambiental.

POT – Plan de Ordenamiento Territorial.

PDD – Plan de Desarrollo Distrital.

PDL – Planes de Desarrollo Local.

SINA – Sistema Nacional Ambiental.

SIAC – Sistema Ambiental del Distrito Capital.

SIA – Sistema de Información Ambiental del Distrito Capital.

SIGA – Sistema de Indicadores de Gestión Ambiental del Distrito Capital.

OAB – Observatorio Ambiental de Bogotá.

CISPAE – Comisión Intersectorial para la Protección Ambiental y el
Ecorbanismo.

SDPAE – Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias.

CDPAE – Comité Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias.

PDPAE – Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias.

PIRE – Plan Institucional de Respuesta a Emergencias.

PPDEA – Política Pública Distrital de Educación Ambiental.

CIDEA – Comité Interinstitucional de Educación Ambiental.

CAL – Comisión Ambiental Local.

CLE – Comité Local de Emergencia.

CLEA – Comité Local de Educación Ambiental.

PRAE – Proyectos Ambientales Escolares.
PROCEDA – Procesos Ciudadanos de Educación Ambiental.
CPL – Consejo de Planeación Local.
EEP – Estructura Ecológica Principal.
SAP – Sistema de Áreas Protegidas.
DBO – Demanda Biológica de Oxígeno.
DQO – Demanda Química de Oxígeno.
dB – Decibeles.
OMS – Organización Mundial de la Salud.
WBCSD – World Business Council for Sustainable Development.
ACIUR – Asociación Colombiana de Investigadores Urbano Regionales.
RSE – Responsabilidad Social Empresarial.



**PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
DEL DISTRITO CAPITAL
P. G. A.**

2008 - 2038

DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

(Decreto Distrital 456 de 2008)

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Bogotá D.C. Diciembre de 2009



PRESENTACIÓN

La dimensión ambiental paulatinamente se ha venido posicionando en la agenda pública del Distrito Capital. El estado de los recursos naturales y del medio ambiente urbano en general, producto de diferentes factores –endógenos y exógenos–, ha generado que en los diferentes gobiernos de la ciudad se hayan propiciado acciones orientadas a la recuperación y conservación de áreas de importancia ambiental, así como al control y prevención de su deterioro.

En este contexto la Administración Distrital, en ejecución del Plan de Desarrollo Bogotá Positiva: Para Vivir Mejor, atendiendo la necesidad de concretar un instrumento orientador de la gestión ambiental hacia una ciudad competitiva y ambientalmente sostenible, reformuló mediante Decreto Distrital 456 de 2008 el Plan de Gestión Ambiental –PGA, planteando objetivos y estrategias a largo plazo e incorporando criterios y determinantes ambientales dentro de los procesos de crecimiento y desarrollo de la ciudad y la región.

Para lograr este propósito, se han concebido algunos instrumentos de planeación ambiental, como el Plan de Acción Cuatrienal Ambiental –PACA, los Planes Ambientales Locales –PAL y los Planes Institucionales de Gestión Ambiental –PIGA, que entre otros, permiten materializar y hacer operativo el PGA.

Si bien este documento presenta las generalidades de cada uno de estos instrumentos, sus aspectos específicos se plasmarán en los respectivos instructivos de implementación, evaluación y seguimiento, los cuales, al igual que el documento referente al estado ambiental de la ciudad, son parte integral de este Plan.

De esta forma, con el PGA más que pretender definir una estructura programática específica de corto, mediano y largo plazo, se espera enmarcar y articular las acciones de todos los actores estratégicos hacia el fortalecimiento de la gestión ambiental del Distrito Capital y de la región en

general, propendiendo por la sostenibilidad ambiental y, por lo tanto, por el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

A handwritten signature in black ink, reading "Juan Antonio Nieto E." with a stylized flourish at the end.

JUAN ANTONIO NIETO ESCALANTE

Secretario Distrital de Ambiente

1. MARCO DE REFERENCIA

Teniendo en cuenta los procesos de continuo cambio que sufre el territorio y los elementos que allí convergen (bióticos, abióticos, antrópicos), se hace necesario estudiar y analizar de manera integral en su interacción e interrelación.

En este contexto, la dimensión ambiental juega un importante protagonismo, pues además de que los recursos naturales y el estado del ambiente en general, presentan comportamientos y condiciones particulares en periodos de tiempo específicos, dicho componente ambiental hace parte de las nociones básicas que se han venido decantando como la preocupación moderna por el futuro de la civilización: la sostenibilidad ambiental y la habitabilidad urbana¹.

La primera de ellas, entendida como el establecimiento de unas relaciones adecuadas entre la actividad humana y su entorno natural y construido, que permitan el mejoramiento de las condiciones de vida actuales sin disminuir las posibilidades de las generaciones futuras. En términos concretos, que el uso de los recursos se haga de tal manera que se evite su agotamiento, la contaminación y la degradación del entorno, es decir, garantizando una oferta adecuada y oportuna de bienes y servicios ambientales, sin desconocer las profundas transformaciones del territorio en el contexto urbano.

En el mismo sentido, la noción de habitabilidad hace referencia a la capacidad del medio urbano de brindar un hábitat sano y seguro a los pobladores, de forma que garantice su seguridad y bienestar.

Estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta en contexto con los derroteros que el Distrito Capital se ha planteado a largo plazo en términos de gestión ambiental, así como de las relaciones estructurales y funcionales entre la ciudad, la región y otras escalas territoriales y político-administrativas.

1.1. Propósito de la gestión ambiental del Distrito Capital

En una ciudad como Bogotá, donde convergen dinámicas particulares de funcionamiento, basadas en actividades socioeconómicas que coexisten

1. Documento de revisión del componente ambiental del POT. SDA, 2009.

con una Estructura Ecológica Principal², se hace prioritario contar con un plan de gestión orientado a la sostenibilidad ambiental.

Es importante entender la gestión ambiental como un proceso de corto, mediano y largo plazo, en el que se busca prevenir o resolver las problemáticas ambientales, así como mantener y fortalecer las potencialidades del territorio hacia un desarrollo sostenible para la ciudad y la región, propendiendo por el uso racional de los recursos y un ambiente saludable, seguro, diverso, incluyente y participativo.

Es un proceso en el que intervienen diferentes actores estratégicos, como la comunidad, las organizaciones y el Estado, a través de la formulación y adopción de políticas públicas, entendidas como la acción del Estado sobre los problemas socialmente percibidos a través de una o varias instituciones.

Esta gestión ambiental se soporta en un plan que incluye los derroteros en torno al manejo de los recursos naturales y el medio ambiente en general, que considera sus condiciones actuales y las causas que las han generado y, a la vez, que sin pretender ser un documento prospectivo, tenga una proyección de largo plazo, donde más que considerar escenarios futuros *per se*, se parta de un enfoque preventivo, en el cual, a partir de evidenciar las actuales tendencias de crecimiento y desarrollo de la ciudad y su relación con el deterioro de ecosistemas estratégicos, se prevean las situaciones a afrontar y los respectivos mecanismos en el marco de una ciudad sostenible³, tanto con sus recursos naturales como con el desarrollo socioeconómico y cultural de sus habitantes, en este caso teniendo como horizonte el año 2038.

En este contexto, se hace necesario contar con un Plan de Gestión Ambiental que oriente los objetivos y estrategias ambientales hacia un desarrollo sostenible, y que permita además, articular interinstitucionalmente procesos de planeación y gestión ambiental, garantizando y fortaleciendo la corresponsabilidad y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

2. "Red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible". Plan de Ordenamiento Territorial POT. Decreto 190 de 2004.

3. "La ciudad sostenible se entenderá como aquella que integra la dimensión ambiental, combina el desarrollo económico, la elevación de la calidad de vida y el desarrollo social de su población, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sostiene, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades". Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Gestión Ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, 2008.

Como lo reseña el profesor Augusto Ángel Maya⁴:

“El orden humano no coincide necesariamente con el orden ecosistémico ni tiene por qué coincidir. La solución al problema ambiental no consiste en encajar al hombre dentro del ecosistema. No consiste, por tanto, en saber «conservar», sino en aprender a «transformar bien». La especie humana no tiene ninguna alternativa evolutiva, sino la transformación del orden ecosistémico. Ello no depende de la mala voluntad del hombre ni de su incapacidad para comprender el orden natural. El orden humano también es parte del orden natural, que ha sido reformulado por el mismo proceso evolutivo.

La especie humana no tiene nicho ecológico. Ello significa que la adaptación humana no se realiza a través de transformaciones orgánicas sino a través de una plataforma instrumental compleja y creciente que llamamos «cultura». No significa que el hombre pueda transformar arbitrariamente el orden ecosistémico, sino que existe una mayor resistencia al choque por parte de la cultura que por parte del ecosistema”.

De esta manera, constituye un reto para la Bogotá del siglo XXI, que se acerca a su quinto centenario de fundación, asumir en todas sus dimensiones, ese “transformar bien” su territorio, para lo cual el Plan de Gestión Ambiental busca contribuir a su materialización.

Alcanzar un estado ambiental de ciudad que permita dar soporte a un satisfactorio grado de desarrollo humano -el disfrute de una vida prolongada y saludable, la posibilidad de adquirir conocimientos y de tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida decente, todo ello en condiciones de equidad y sustentabilidad, según los términos propuestos por el PNUD- exige el mayor compromiso bajo una visión común e instrumentos de política apropiados, no sólo de instituciones, sino de gestores de todo carácter y habitantes de la ciudad región.

La ciudad, hacia la que este instrumento de planeación ambiental apunta, no será posible si no se comprenden y generan armonías entre los procesos urbanos y los ecológicos; si no se integran las escalas y procesos locales, regionales y nacionales; si no se actúa de manera concertada, con equilibrio entre las demandas sociales y del sistema económico con respecto a

4. En: “Desarrollo sustentable: Aproximaciones conceptuales”. Recurso de Internet: http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Lecturas.CS.%20Garritz/Sustentabilidad/Sustentabilidad.Maya.doc

las capacidades de oferta y conservación del sistema natural; si no se asumen y apropian visiones integrales de gestión; y si no se toman oportunamente las decisiones que provean pautas de comportamiento y regulaciones a todos los actores que la construyen.

En esta perspectiva, el periodo de vigencia de treinta años del Plan de Gestión Ambiental tiene como horizonte el quinto centenario de la ciudad, hecho que debe forjarse como un hito trascendental en el que Bogotá pone en juego su capacidad de sobrevivencia, crecimiento armónico y generación de estrategias innovadoras, lucidas y responsables que garanticen su sostenibilidad y bienestar para sus ciudadanos. No se trata de un capricho de la Administración Distrital o de una intención pretenciosa por pensar y vislumbrar la ciudad al año 2038, sino de fijar un objetivo que concite la participación de todos los habitantes. La intención es llegar a los 500 años con una ciudad y una región que brinde óptimas condiciones ambientales para sus habitantes y se mantenga en armonía con sus recursos naturales y ecosistemas estratégicos.

16 — Además de estas referencias, es pertinente indicar la relevancia de una ciudad que cumple 500 años de fundación. No son muchas las ciudades del mundo las que registran periodos de consolidación de tan larga data. Aunque no es comparable con las primeras civilizaciones urbanas que aparecen hace 5.000 años en los valles de los ríos Hoang-ho, Indo, Tigris, Eufrates, Nilo o Níger, o en las altas mesetas mesoamericanas y peruanas, sí es un proceso de crecimiento y consolidación “respetable”, un hecho importante en su historia y un verdadero hito.

Bajo este horizonte se pretende una ciudad habitable y amable, que respete y cuide sus fuentes de recursos, empleándolas de la manera que se garantice su conservación; que satisfaga las demandas de bienes y servicios, sin desbordar las capacidades del territorio; que haya leído y ordenado cabalmente la dinámica urbana y puesto la ciencia y tecnología al servicio del más eficaz uso de sus diferentes áreas; que haya asumido la belleza paisajística, la funcionalidad y estética de los espacios públicos, su disfrute y apropiación ciudadana como escenario para la convivencia responsable entre naturaleza y cultura.

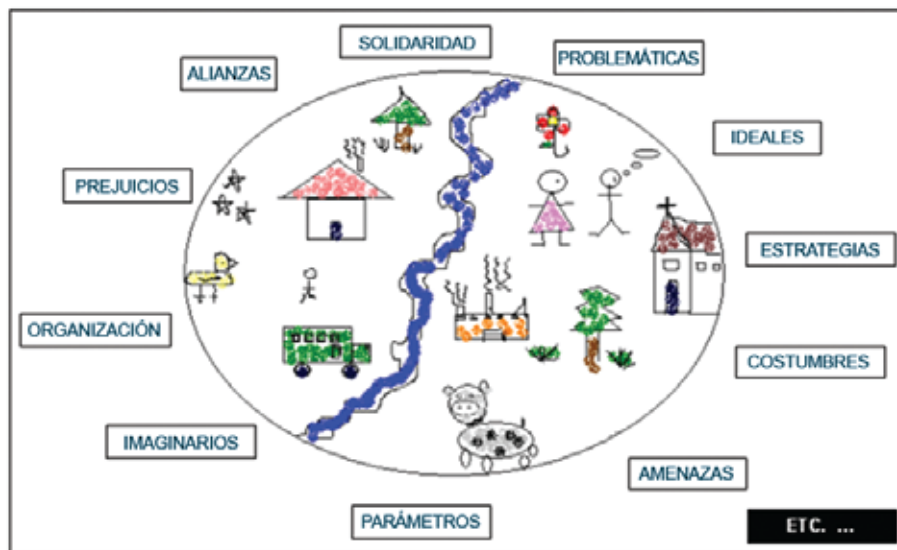
Además, que haya tenido la capacidad de establecer lazos mutuamente beneficiosos con la región y los entornos nacionales que la configuran, propiciando efectivos intercambios de bienes, cultura y recursos; haya consolidado instrumentos institucionales procedentes y eficaces para obtener impactos positivos, para prevenir afectaciones ambientales y para encauzar el esfuerzo

social hacia la corresponsabilidad en la construcción colectiva de ciudad; y que haya entendido todos y cada uno de sus sistemas vitales (movilidad, servicios, salud, seguridad,...), como estructurantes del sistema ambiental.

1.2. Contexto regional y dinámica urbana

La gestión ambiental debe considerar al Distrito Capital desde un punto de vista integral y holístico, como un sistema abierto, no solamente contenido en unos límites político administrativos, sino percibido desde el concepto mismo de **territorio**, que no es sólo un espacio geográfico contenedor de elementos bióticos, abióticos o antrópicos, sino que se construye socialmente, y como tal, allí convergen estos elementos y también un componente inmaterial e intangible, materializado en sus relaciones, sus problemáticas, sus soluciones y todo lo que compone el imaginario colectivo de sus habitantes. La figura 1 esquematiza de manera general este concepto.

Figura 1. Esquema general del concepto de territorio



Fuente: Elaboración propia SDA, 2009.

Este PGA es pensado desde y hacia un entorno regional, donde se articulen los planteamientos de políticas regionales y nacionales, y se fortalezcan los actuales y paulatinos esfuerzos por dejar de ver la ciudad sólo como el perímetro urbano o como una isla dentro de un gran territorio, sino por el contrario, donde se fomenten y consoliden relaciones funcionales entre

Bogotá y los municipios aledaños (principalmente), con los que intercambia energía y materia fundamentales para desarrollo y sostenimiento.

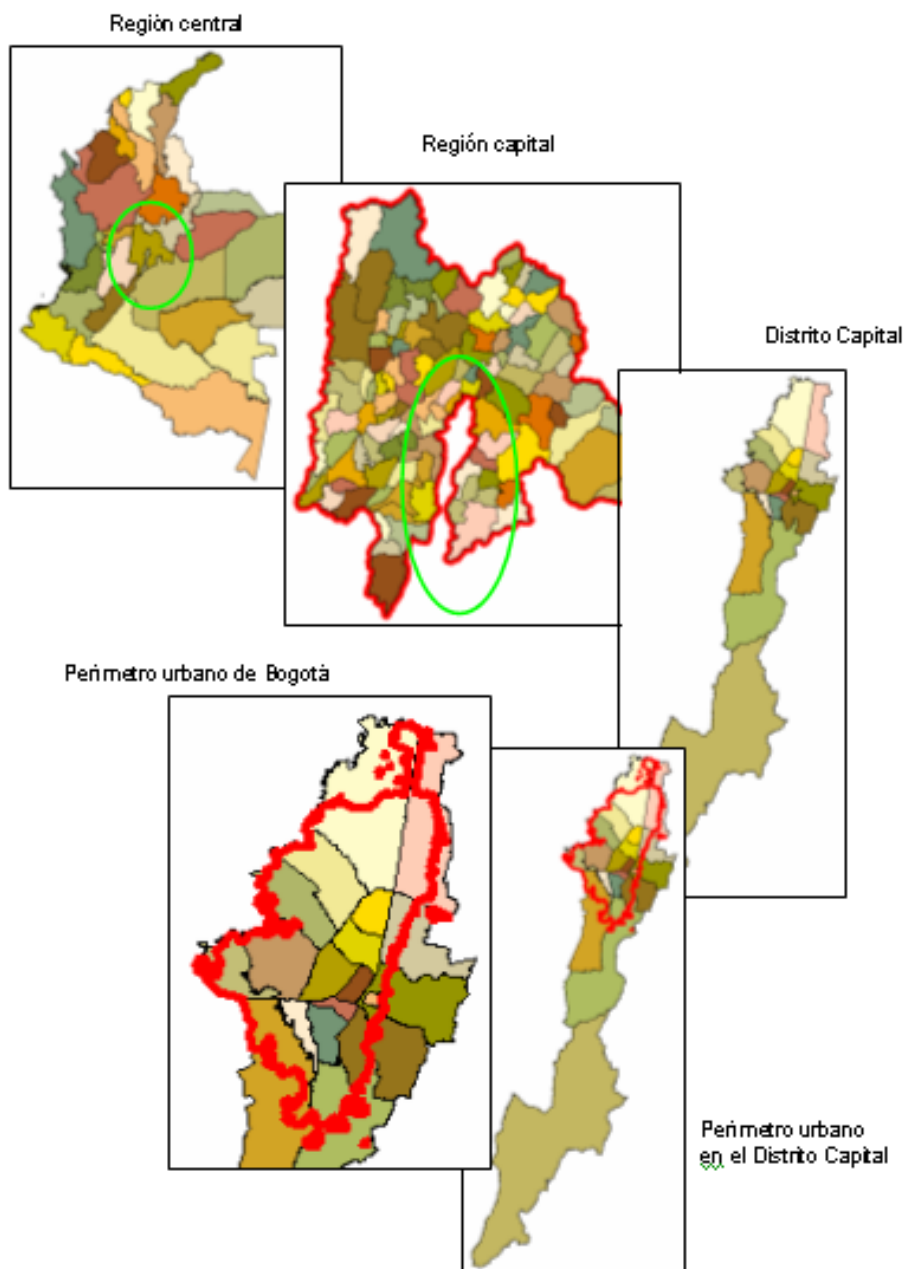
Al respecto, diría Carlos Mario Yori⁵:

“...uno de los aspectos más importantes para el futuro de las ciudades (sin distinción de su escala y ubicación) está relacionado con su capacidad para interactuar con el entorno regional en el que se inscriben; quedando como tarea el resolver, en cada caso y de acuerdo a su magnitud, qué es lo que se entiende por región y, más aún, hasta dónde hoy en día es posible (o acaso deseable), separar la idea de ciudad de la región propiamente tal”.

Así, es necesario contextualizar las escalas territoriales y geográficas de análisis, pues no se puede estudiar o intervenir un recurso natural pensado desde lo local, cuando la oferta y la demanda de servicios ambientales pueden tener otras escalas que, entre otras, para este caso se pueden considerar la región central, la ciudad región o región capital, el Distrito Capital incluyendo zona rural y la ciudad de Bogotá con su perímetro urbano. A manera de ilustración se muestra la figura 2.

5. En: “Desarrollo territorial integrado, ciudad difusa y nuevas ruralidades”. Recurso de Internet: <http://www.javeriana.edu.co/arquidis/maeplan/publicaciones/documents/Ciudadregion.pdf>

Figura 2. Esquema multiscalar del territorio



Inicialmente se puede hablar de una región central de la que hacen parte los departamentos de Boyacá, Meta, Tolima y Cundinamarca, que compartiendo características geográficas y socioeconómicas, entre otras, articulan relaciones funcionales y estructurales entre sí⁶. Allí se encuentra la región-capital, concepto usualmente empleado para referirse al Distrito Capital y a los municipios aledaños con los que igualmente existe algún tipo de relación. Esta región tiene gran importancia, pues allí, específicamente en la sabana de Bogotá, se encuentra la mayor aglomeración de población del país, lo cual en términos del aprovechamiento de los recursos naturales y de las condiciones de calidad ambiental, representa grandes repercusiones.

Parte de dicha aglomeración urbana obviamente está generada por Bogotá, D.C. y sus más de siete millones de habitantes, no obstante que existen varias cabeceras municipales que en los últimos años han incrementado su población, como Soacha, Chía, Facatativá, entre otros.

Como ya se ha mencionado, el Distrito Capital no debe ser entendido solamente como el área consolidada dentro del perímetro urbano, sino considerando que está conformado por 20 localidades, y que de éstas, no todas son urbanas, sino que siete comparten al mismo tiempo un área rural (Usaquén, Suba, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Usme y Ciudad Bolívar). A su vez, que Sumapaz es la única localidad que tiene meramente suelo rural.

Ahora, si bien es cierto que no debe ser confundido Distrito Capital con perímetro urbano de Bogotá, y que como tal cualquier intervención debe ser integral y abarcar todo el territorio, es pertinente tener en cuenta el proceso urbano y el contexto histórico de la ciudad de Bogotá, no solamente por su importancia como capital del país⁷, sino porque precisamente, dada

6. La Gobernación de Cundinamarca, la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., el Instituto Humboldt, con apoyo del Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional –UNCRD, han iniciado procesos de coordinación interinstitucional hacia el fortalecimiento de la región central. Producto de ello, se cuenta con documentos como “Estado del arte y línea base del conocimiento de la región central, 2008”; “Propuesta técnica para la discusión de lineamientos de política ambiental para la región central con énfasis en la Estructura Ecológica Regional”; “Caracterización, análisis y síntesis de instrumentos de planificación en relación con la Estructura Ecológica Regional”, entre otros.

7 “Parte importante de lo que justifica la existencia de la gran ciudad y en particular de la gran capital es el modo en que permite la coexistencia cercana y fértil de contextos diversos. Esa abolición o reducción a una mínima expresión de la separación espacial facilita, intensifica, la circulación selectiva de personas y bienes, de conocimientos y sentido. {...} La gran ciudad permite la prestación de los más diversos servicios y el acceso a las más diversas competencias profesionales y facilita la posibilidad de entrar en contacto con múltiples tradiciones y apropiarse al menos algunos elementos de ellas. La capital posibilita la concentración y difusión selectiva de información y de bienes culturales tanto en el interior de una nación como entre esta nación y las

su densidad poblacional y su demanda de servicios, es donde se requiere un mayor aprovechamiento de los recursos naturales, donde existen altos niveles de contaminación y donde, por lo tanto, se hace necesario pensar en una ciudad ambientalmente sostenible.

Su modelo de crecimiento, por ejemplo, más que obedecer a patrones estéticos, a una funcionalidad preconcebida o a tendencias locales de planificación, se ha consolidado de acuerdo a tendencias regionales o nacionales (desplazamiento, fenómenos de migración campo-ciudad, etc.), a las realidades políticas y sociales y a las condiciones de marginalidad dadas en diferentes momentos de su historia.

Lo anterior se enmarca en lo que considera la Política de Gestión Ambiental Urbana⁸ es el común denominador de los centros urbanos del país y sus efectos para el ambiente, en términos de que *“si bien las áreas urbanas son vistas como expresión de oportunidades de desarrollo económico y social, también es cierto que la conformación del sistema urbano colombiano se ha dado con una escasa planificación ambiental o de consideraciones ambientales, lo que ha derivado en innegables costos para el medio ambiente, tanto por los desordenados procesos de ocupación, como por las fuertes demandas de recursos que conllevan”*.

21 —

Bogotá fue originada en una altiplanicie que, en su momento, satisfizo las necesidades demandadas, ofreciendo un entorno interesante con elementos como la Sabana, los Cerros Orientales, suficientes cuerpos de agua (principalmente el río San Francisco) y unas exuberantes especies de flora y fauna, muchas de ellas desconocidas en otras latitudes y zonas no tropicales del planeta, como bien lo reseñaría el geógrafo alemán Alexander von Humboldt siglos más tarde⁹:

“...en el trópico muchas plantas no se agotan, florecen eternamente; otras producen anualmente 2-4 veces los elementos de la reproducción ¡y en qué cantidad!. A ello hay que añadir la cantidad de frutas, y todas maduras; materia alimenticia disponible para todos”.

otras. Aunque no sea la única fuente de relación entre la correspondiente sociedad y el mundo, concentra cierto tipo de funciones de articulación entre lo nacional y lo internacional”. Mockus, A. 1996. En: Pensar la Ciudad. TM Editores.

8. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Gestión Ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, 2008.

9. Vida de Humboldt, extractos de sus diarios. Biblioteca Luís Ángel Arango. Preparado y traducido por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Recurso de Internet: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/exhibiciones/humboldt/diario/40.htm>

Se establecieron caseríos y asentamientos humanos y, de esta forma, en la sabana o área periférica a este principal núcleo “urbano” se fueron generando otros núcleos, que luego de procesos consolidados en el tiempo fueron absorbidos (conurbados), con lo que la ciudad fue creciendo paulatinamente.

Se puede hablar de un crecimiento que en principio se presentó de manera regular, alejándose gradualmente del centro hacia afuera, patrón que a través de los años se combinó con la urbanización de las áreas alejadas al principal sector consolidado, generando espacios y corredores rurales precisamente entre la “ciudad” y estos nuevos sectores (en su momento Chapinero, por ejemplo).

Posteriormente se presentan los procesos de conurbación, donde la ciudad crece hasta llegar tanto a estos espacios semiperiféricos, como a otros núcleos urbanos de menor jerarquía en su momento (como Suba, Fontibón, entre otros). Luego de que suceden estos rasgos generales, la tendencia de crecimiento de Bogotá se vuelve muy particular, pues al tener al río Bogotá como límite natural al occidente y a los cerros al oriente, este crecimiento se da hacia el norte y hacia el sur, en este último, alcanzando ya al municipio de Soacha, conectándolo si bien no administrativa, sí funcionalmente con la capital.

Estas consideraciones son importantes en el abordaje de la dimensión ambiental, más aún al formular un plan de gestión a largo plazo, pues de entender la ciudad, su paulatina consolidación, sus diferentes procesos urbanos (conurbación, suburbanización, metropolización...), su morfología y funcionalidad, y por lo tanto el aprovechamiento de sus recursos naturales, depende la adecuada toma de decisiones y el acertado direccionamiento de políticas públicas distritales.

Además, porque estos procesos han forjado, de cierta manera, el estado actual del ambiente de la ciudad¹⁰ que, como se expone a continuación de manera general y a modo de ilustración, hace necesario que se adopten medidas tanto preventivas como correctivas en torno del manejo y aprovechamiento de los recursos, no solamente mediáticas y temporales, sino que contemplen una amplia temporalidad y que se sustenten en lineamientos integrales de sostenibilidad.

10. A lo que también se refiere el MAVDT: “...el desarrollo de múltiples actividades económicas y de servicios en el territorio urbano tienden a acumular los problemas ambientales inherentes al desarrollo urbano, al punto que la problemática ambiental de los grandes centros urbanos se ha convertido en factor determinante del deterioro de la calidad del hábitat urbano, la salud y el bienestar de sus habitantes, con otras posibles consecuencias indirectas sobre el medio ambiente nacional y global”. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Gestión Ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, 2008.

1.2.1. Generalidades del estado del ambiente de Bogotá

Siguiendo lo dispuesto por el Decreto 456 de 2008, y con el propósito de tener un marco de referencia para la construcción de este PGA en términos de la situación actual del ambiente de la ciudad, los requerimientos en la gestión y los derroteros a trazar para el largo plazo, se elaboró un informe que sin emitir juicios de valor (salvo en aquellos casos en que comparaciones con otras regiones o ciudades permiten apreciar, con mayor precisión, la importancia o el significado de determinado hecho), compila datos relativos a los diferentes aspectos del estado ambiental de la capital.

Dicho informe, aunque parte integral de este PGA, por aspectos de estructura temática y con el fin de facilitar la lectura de los dos documentos, se publica como un anexo cuyo contenido, basado en recursos, incorpora entre otros: suelo (urbano, expansión, protección); agua (calidad, aguas subterráneas); aire y paisaje (aire, ruido, publicidad exterior visual); biodiversidad; y residuos sólidos (residuos peligrosos, escombros).

Aún cuando dicho informe no necesariamente se refiere a problemáticas sino a la situación actual del ambiente de la ciudad, a continuación se mencionan de manera general algunos de los principales problemas ambientales de la capital.

Ecosistemas estratégicos como los humedales, presentan en común problemas como el desarrollo de actividades no permitidas dentro de su área, invasión ilegal de predios, vulnerabilidad por obras de infraestructura, alteración de su régimen hidráulico, contaminación por aguas residuales y/o industriales y compactación del suelo por presencia de semovientes.

El río Bogotá, como principal elemento del sistema hídrico del Distrito Capital, desde su nacimiento en el municipio de Villapinzón, es contaminado por vertimientos provenientes de varias curtiembres artesanales. A su paso por la Sabana de Bogotá se utiliza para riego de pastos, cultivos y para actividades pecuarias en general. En este tramo recibe tres de sus principales afluentes, los cuales, a su vez, transportan las aguas residuales provenientes del Distrito Capital: los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo¹¹.

El río Salitre o Juan Amarillo aporta el 5% de la carga de sólidos suspendidos y el 4% de la carga de DBO entregada por la ciudad. Su carga contaminante está relacionada con vertimientos de aguas residuales domésticas del norte de la ciudad y conexiones erradas provenientes de construcciones de tipo dotacional y habitacional y de sectores productivos.

11. Calidad del Sistema Hídrico de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente – EAAB. 2008.

El río Fucha entrega el 40% de la carga de sólidos suspendidos y el 60% de la DBO que arroja la ciudad. Su carga contaminante es causada por vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales.

El río Tunjuelo aporta el 54% de los sólidos suspendidos y el 35% de la carga de DBO, relacionados con actividades de extracción minera y reciclaje de materiales pétreos (vertido de sólidos al río); descarga de lixiviados del relleno sanitario de Doña Juana y el vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales en zonas como San Benito y establecimientos dedicados al expendio de cárnicos.

En términos de calidad sonora en la ciudad, las fuentes móviles (tráfico vehicular, aéreo y el perifoneo) aportan el 60% de la contaminación auditiva. El 40% restante corresponde a las fuentes fijas (establecimientos de comercio abiertos al público, pymes, grandes industrias, construcciones, etc.).

De acuerdo con registros de 2008, la Terminal de Transportes registra el mayor número de decibeles. Los sonómetros y la unidad móvil de ruido indican valores de 85dB debido a los pitos, cornetas y sirenas utilizados por los buses intermunicipales que llegan a la Terminal, cuando en esta zona de la capital se permiten sólo 65 decibeles (dB) de ruido. En la zona correspondiente al Aeropuerto El Dorado, el ruido de los aviones eleva los sonómetros, registrando máximos de 85 decibeles. Al igual que en la anterior zona, en ésta, considerada como residencial, la normatividad de ruido permite 65 decibeles.

Otras zonas corresponden a establecimientos de comercio nocturnos, como el sector de Galerías (75 dB), la zona comercial del barrio Venecia (74 dB) y la Zona Rosa (72 dB), zonas donde la norma permite un nivel máximo de 70 decibeles.

En cuanto a escombros, en la ciudad permanentemente se adelantan procesos de demolición, remodelación o adecuación de obras públicas y privadas de todo orden, que generan escombros. Aunque en la mayoría de obras se realiza un aprovechamiento de los mismos, clasificándolos para venderlos y utilizarlos en otras construcciones o remodelaciones, existe un porcentaje de escombros mezclados con residuos ordinarios, dispuestos inadecuadamente en espacios públicos, especialmente en zonas de humedales y rondas de ríos.

La cantidad de residuos peligrosos generada asciende, aproximadamente a 70.000 toneladas/año (cerca del 3% del total de la generación anual de residuos). Así, existen más de 40.000 toneladas de residuos peligrosos que no

se disponen adecuadamente en la ciudad, lo que constituye uno de los más graves problemas ambientales por su alto nivel de riesgo. De la totalidad de los residuos peligrosos que se generan en Bogotá, más del 70% corresponden a los producidos por aceites usados, residuos de la fabricación de plásticos, residuos de productos químicos orgánicos de base, lodos y residuos aceitosos y residuos de soluciones alcalinas.



2. GESTIÓN AMBIENTAL DEL DISTRITO CAPITAL

Tal como se hizo referencia en el primer capítulo, la gestión ambiental en el Distrito Capital se entiende como el *“proceso de corto, mediano y largo plazo, en el que se busca prevenir o resolver las problemáticas ambientales, así como mantener y fortalecer las potencialidades del territorio hacia un desarrollo sostenible para la ciudad y la región, propendiendo por el uso racional de los recursos y por un ambiente saludable, seguro, diverso, incluyente y participativo, a través de la interacción de diferentes actores estratégicos, como la comunidad, las organizaciones y el Estado”*.

Esta gestión se enmarca en principios, objetivos y estrategias ambientales, y se materializa a través de instrumentos de planeación ambiental, los cuales varían en temporalidad según sus alcances y de acuerdo con las necesidades particulares del territorio.

27

2.1. Antecedentes

La gestión ambiental en general se fundamenta en agendas internacionales previstas desde hace varias décadas, propiciadas tanto por diferentes Estados como por organizaciones y movimientos ambientales.

Podemos reseñar los últimos años de la década de los sesenta, cuando un grupo de intelectuales y científicos denominado Club de Roma, desarrolló una serie de elementos teóricos y consideraciones respecto del desarrollo versus la degradación de los recursos naturales, obteniendo como resultado el informe “Los límites del crecimiento”. También en los años sesenta se destacan los aportes de Rachel Carson, principalmente con su publicación “Primavera silenciosa”, en la que se advertía de los efectos perjudiciales de los pesticidas en el medio ambiente y se culpaba de la creciente contaminación a la industria química.

Posterior a esto se inició la consolidación de los “movimientos verdes” y la constante preocupación por los daños al medio ambiente, lo que se materializó

en otras cumbres internacionales, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente humano en Estocolmo en 1972, el “Informe Brundtland”, la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, la segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre asentamientos humanos. Uno de los más recientes pronunciamientos, en el marco de las Naciones Unidas, es la Declaración del Milenio¹², que contempla el propósito de cumplir ocho objetivos de desarrollo, uno de los cuales corresponde a “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”, conformado a su vez por las siguientes metas:

- Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente.
- Haber reducido y haber ralentizado considerablemente la pérdida de diversidad biológica en 2010.
- Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.
- Haber mejorado considerablemente, en 2020, la vida de al menos 100 millones de habitantes de barrios marginales.

28

Todas estas iniciativas paulatinamente fueron generando que países como Colombia, consideraran el tema ambiental en sus escenarios de planificación territorial y en los instrumentos que los desarrollan, como los Planes de Desarrollo y los Planes de Ordenamiento Territorial.

Al respecto, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial¹³ reseña lo siguiente:

“Son indicativos de este proceso la creación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente INDERENA, adscrito al Ministerio de Agricultura (Decreto 2420 de 1968). Un año después de la reunión de Estocolmo, con la Ley 23 de 1973, se lanza el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, en una versión de vanguardia en Latinoamérica, modelo en su momento y aún vigente en muchos de sus artículos.

Luego, en 1991, se adopta la Constitución Política de Colombia: en cerca de 80 artículos hace referencia al derecho de los ciudadanos a gozar de un ambiente sano; fija responsabilidades ambientales al Estado y la Sociedad civil y fomenta la participación ciudadana.

12. Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2009. Naciones Unidas. En: http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2009_SP_r3.pdf

13. Sistemas de Gestión Ambiental Municipal, 2002.

En 1992, después de la Cumbre de la Tierra, Colciencias y la Universidad Nacional inician el Perfil Ambiental Urbano de Colombia con el caso de Manizales, en una aproximación conceptual, metodológica y de gestión mediante participación, investigación y trabajo interdisciplinario. En el marco del compromiso de Colombia con la Agenda 21, el DAMA y las universidades Nacional, Javeriana y de los Andes, realizan las Agendas Ambientales de las localidades de Bogotá, como herramientas de planificación para orientar el desarrollo desde la perspectiva ambiental.

La Ley 99 de 1993 liquida el Inderena, crea el Ministerio del Medio Ambiente, establece las bases del SINA (Sistema Nacional Ambiental) y tiene en cuenta la intervención de las comunidades en la gestión y control del ambiente. Este se constituye en un hecho trascendental por las modificaciones que introduce en el manejo ambiental y sus implicaciones en la gestión ambiental nacional. Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del SINA, se supera la visión coyuntural, cortoplacista y conservacionista que prevaleció en el Inderena, y se inicia un proceso sistémico orientado hacia el desarrollo sostenible, que, además, involucra la intervención gremial y la participación de la sociedad civil.

Finalmente, la producción legislativa desarrollada con posterioridad a la Constitución Política de 1991 ha incorporado en su articulado el tema ambiental; prueba de ello se encuentra, entre otras, en la Ley 152 de 1994, que establece la obligatoriedad de incorporar programas y proyectos ambientales en los planes de desarrollo; la Ley 142 de 1994 (prestación de servicios públicos), la Ley 134 de 1994, que establece criterios y mecanismos para la participación de las comunidades en los procesos de planeación de las entidades territoriales, y la Ley 388 de 1997, de Desarrollo Territorial, que incluye el componente ambiental como base para el ordenamiento del territorio”.

Para el caso específico del Distrito Capital, se ha contado con cuatro Planes de Gestión Ambiental (incluyendo el presente), de los cuales sólo los dos últimos han sido adoptados mediante decretos distritales.

Antes de hacer referencia a cada uno de ellos, es pertinente recalcar que aunque con la Ley 99 de 1993 se creó el SINA¹⁴, así como los institutos de

14. Sistema Nacional Ambiental: conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la ley 99 de 1993. El SINA está integrado por el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales, las Entidades Territoriales y los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio. El Consejo Nacional Ambiental tiene el propósito de asegurar la coordinación

investigación ambiental, tres años antes, la ciudad vislumbró la necesidad de orientar su gestión ambiental, por lo que el Concejo de Bogotá aprobó el Acuerdo 9 de 1990, mediante el cual se creó el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –DAMA (hoy Secretaría Distrital de Ambiente), donde se le otorgó al Alcalde Mayor facultades extraordinarias y temporales para organizar jurídica, operativa y financieramente dicha entidad.

Dicha Ley 99 además crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del ambiente y organiza el SINA, y en el marco de dicho ordenamiento establece un tratamiento especial para los municipios, distritos o áreas metropolitanas con población urbana superior a un millón de habitantes, otorgándoles, dentro de su perímetro urbano, funciones y responsabilidades ambientales que trascienden las funciones asignadas a los demás municipios del país, por cuanto el artículo 66 dispone que en lo que fuere aplicable a medio ambiente urbano, dichos entes ejercerán las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales –CAR.

De esta forma, en 1992 se formula el primer Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital, en el cual, pese a la carencia de un diagnóstico ambiental formal y de información en general, se establecieron los siguientes siete programas:

- Planificación ecológica del uso del territorio.
- Desarrollo de empresas productivas, eficientes y ambientalmente sanas.
- Protección y mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos.
- Aire limpio para los ciudadanos de hoy y de mañana.
- Reducción de los niveles de ruido.
- Manejo adecuado de las basuras de la ciudad.
- Gestión ambiental en forma responsable.

La principal virtud de esta iniciativa residió en sus planteamientos, innovadores para el momento, que sirvieron para dar cuenta de la magnitud de la tarea por hacer y evidenció la necesidad de fortalecer y posicionar la institución.

Sin embargo, su principal debilidad fue la carencia de financiación de las propuestas, toda vez que para aquel entonces la institución no contaba con un

presupuesto propio y sus recursos provenían de la asignación presupuestal de las demás instituciones en su rubro ambiental.

El segundo Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital data de marzo de 1995 y está asociado al plan de gobierno 1995–1998. Se presentó fundamentalmente como un plan de inversiones, ligado a los programas generales de la Alcaldía Mayor y apoyado en un amplio diagnóstico de la problemática ambiental de la ciudad. Las principales líneas del programa de inversión fueron:

- Divulgación y educación ambiental.
- Recuperación del río Bogotá.
- Administración y protección de ecosistemas estratégicos y prevención y atención de desastres.
- Transferencia de tecnología ambientalmente sana.
- Control, vigilancia, seguimiento y monitoreo del deterioro y la contaminación.
- Fortalecimiento institucional.

Para el caso, si bien estas líneas de acción desarrollaban en gran medida el quehacer de la autoridad ambiental, no estaba garantizada su continuidad ni se contemplaron a largo plazo como la apuesta ambiental de los gobiernos de la ciudad.

El tercer Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital se adoptó mediante el Decreto 061 de 2003, con un alcance de nueve años (2001–2009); sin embargo, aproximadamente desde 2007, mediante trabajo interno de la Entidad, de asesorías y consultorías externas, se inició un proceso de evaluación de los lineamientos y criterios allí consignados, primordialmente soportados en las siguientes consideraciones:

● Con respecto a los planes anteriores abordaba con más integralidad la gestión ambiental de la ciudad, pero sus directrices prácticas de aplicación eran abstractas, lo que dificultaba su materialización e implementación a las realidades propias de la ciudad.

● Dentro de sus principales componentes se contemplaban procesos, escenarios de gestión, objetivos, estrategias, principios, programas y subprogramas, los cuales, aunque importantes y de gran pertinencia en la gestión ambiental del Distrito Capital, por ser numerosos y en ocasiones repetitivos, generaban confusiones e interpretaciones erradas en el modelo, pues no era clara la correlación e interacción entre cada uno de ellos.

- Dado su lenguaje complejo, en la mayoría de los casos los actores estratégicos de la gestión ambiental (instituciones, organizaciones y comunidad en general) desconocían o no comprendían sus contenidos y requerimientos.

- Necesidad de adecuar el PGA conforme a la nueva estructura administrativa del Distrito Capital, adoptada mediante el Acuerdo Distrital 257 de 2006 y, a su vez, adaptarlo a las capacidades presupuestal, operativa, organizacional y logística de la Secretaría Distrital de Ambiente como autoridad ambiental, luego de su reestructuración mediante Decreto Distrital 561 de 2006.

- Finalmente, como resultado del ejercicio que corresponde a la Secretaría Distrital de Ambiente de formular, ajustar y revisar periódicamente el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y coordinar su ejecución a través de las diferentes instancias de coordinación establecidas.

Con lo anterior no se quiere decir que el Distrito Capital se haya venido comportando (desarrollando, consolidando) sin una conciencia o gestión ambiental en sus procesos, sino que dada la complejidad de la estructura de dicho PGA, las acciones ambientales implementadas por las Entidades Distritales se ejecutaban de forma independiente y desarticulada.

De esta manera, mediante el Decreto Distrital 456 de 2008 *“Por el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”* se modifica este PGA, simplificando el instrumento y fundamentándolo en **objetivos, estrategias y principios ambientales**, y en la formulación, implementación y seguimiento de **instrumentos de planeación ambiental**. Otros componentes como los procesos, escenarios de gestión, programas y subprogramas, no necesariamente se excluyen, sino que son asumidos directamente por algunos de los mencionados instrumentos.

Los objetivos y estrategias ambientales, aunque se mantienen con relación al PGA anterior, precisan, complementan e incorporan elementos anteriormente faltantes, tal y como se observa en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Comparativo objetivos ambientales PGA

OBJETIVOS	
PGA 2001 - 2009	PGA ACTUAL
Objetivos de calidad ambiental	Objetivos de calidad ambiental
Calidad del aire.	Calidad del aire.
Calidad del agua.	Calidad del agua y regulación hidrológica.
Conservación de la biodiversidad.	Conservación y adecuado manejo de la fauna y la flora.
Calidad del suelo.	Calidad del suelo.
Estabilidad climática.	Estabilidad climática.
Control de riesgos naturales, tecnológicos y biológicos.	Gestión ambiental de riesgos y desastres.
Calidad sensorial.	Calidad ambiental del espacio público.
	Calidad sonora.
	Calidad del paisaje.
Objetivos de ecoeficiencia	Objetivos de ecoeficiencia
Uso eficiente del espacio.	Uso eficiente del espacio.
Uso eficiente del agua.	Uso eficiente del agua.
Uso eficiente de los materiales.	Uso eficiente de la energía.
Uso eficiente de la energía.	Uso eficiente de los materiales.
Uso eficiente del tiempo.	
Incorporación eficiente de los ecosistemas.	
Objetivos de armonía	Objetivos de armonía socioambiental
Productividad y competitividad.	Productividad y competitividad sostenibles.
Enriquecimiento ambiental – cultural.	Cultura ambiental.
Habitabilidad e inclusividad.	Habitabilidad e inclusión.
	Ocupación armónica y equilibrada del territorio.
	Socialización y corresponsabilidad.
	Ordenamiento y gestión de la Ciudad–Región.

Fuente: Elaboración propia SDA, 2009.

Cuadro 2. Comparativo estrategias PGA

ESTRATEGIAS	
PGA 2001 - 2009	PGA ACTUAL
Investigación.	Investigación.
Educación ambiental.	Educación ambiental.
Fortalecimiento institucional.	Fortalecimiento institucional.
Coordinación interinstitucional.	Cooperación y coordinación interinstitucional.
Control y vigilancia.	Control y vigilancia.
Manejo físico.	Manejo físico y ecourbanismo.
Participación y descentralización.	Participación.
	Sostenibilidad económica.
	Información y comunicaciones.

Fuente: Elaboración propia SDA, 2009.

2.2. Plan de Gestión Ambiental –PGA

Es el instrumento de planeación ambiental de largo plazo de Bogotá, D.C. en el área de su jurisdicción, que permite y orienta la gestión ambiental de todos los actores estratégicos distritales, con el propósito de que los procesos de desarrollo propendan por la sostenibilidad en el territorio distrital y en la región.

Cualquier estrategia e intervención sobre el territorio debe corresponder y estar conforme con los lineamientos ambientales del PGA, el cual se hace operativo a través de los instrumentos de planeación ambiental de corto plazo y de alcances específicos. Su revisión, cada diez (10) años, será coordinada por la autoridad ambiental.

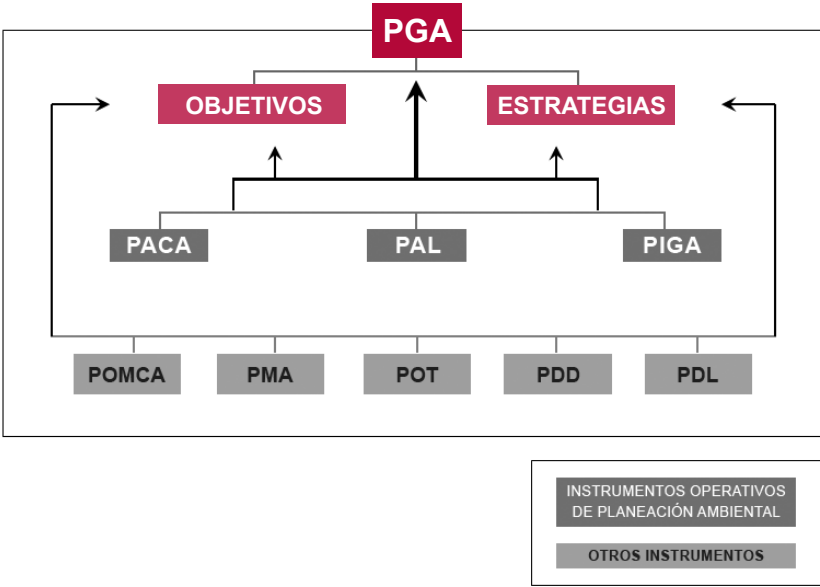
Las entidades que integran el Sistema Ambiental del Distrito Capital –SIAC son **ejecutoras principales** del PGA, mientras que las demás entidades distritales, organizadas por sectores, son **ejecutoras complementarias**, conforme a sus atribuciones y funciones misionales, en la medida en que contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias del PGA, entre otros, mediante su Plan Institucional de Gestión Ambiental –PIGA, como uno de los instrumentos de planeación ambiental.

La coordinación del SIAC es realizada por la Secretaría Distrital de Ambiente en el marco de la Comisión Intersectorial para la Sostenibilidad, Protección Ambiental y el Ecourbanismo del Distrito Capital.

2.3. Instrumentos de planeación ambiental

Son los componentes de la gestión ambiental del Distrito Capital que, conforme a sus alcances y características específicas, cumplen, se enmarcan y permiten materializar el Plan de Gestión Ambiental. Dentro de estos se encuentran los “instrumentos operativos de planeación ambiental”, por un lado, y “otros instrumentos de planeación ambiental”, tal como se ilustra en la figura 3.

Figura 3. Instrumentos de planeación ambiental del Distrito Capital



Fuente: Elaboración propia SDA, 2009.

A continuación se presentan las generalidades de estos instrumentos, no obstante que sus lineamientos se referencian en el Decreto Distrital 509 de 2009 y sus particularidades se plasman en sus respectivos instructivos.

2.3.1. Instrumentos operativos de planeación ambiental

Son los instrumentos que operativizan e implementan de manera directa el Plan de Gestión Ambiental, a través de la formulación y seguimiento de planes de acción de corto plazo, cuyos principales responsables son las entidades distritales. Dentro de estos instrumentos se encuentran el Plan de Acción Cuatrienal Ambiental –PACA, los Planes Ambientales Locales –PAL y los Planes Institucionales de Gestión Ambiental –PIGA.

Se caracterizan por no direccionarse a recursos naturales específicos (como los PMA o los POMCA), sino a escalas político–administrativas en general, como la ciudad, las localidades y las entidades distritales. Además, porque priorizan e incluyen la dimensión ambiental en los periodos de armonización de la Administración Distrital.

A continuación se exponen de manera general los aspectos más relevantes de cada uno de estos instrumentos, no obstante que sus especificidades de

formulación e implementación se contemplan en sus respectivos instructivos o guías.

2.3.1.1. Plan de Acción Cuatrienal Ambiental –PACA

El PACA Distrital es el instrumento de planeación ambiental de corto plazo del Distrito Capital, que integra las acciones e inversiones de la gestión ambiental de las entidades ejecutoras principales del PGA, en desarrollo de sus funciones misionales para el cuatrienio, armonizando los compromisos ambientales del Plan de Desarrollo vigente, con los objetivos y estrategias del PGA.

Este proceso cuatrienal inicia cuando cada una de estas entidades, de acuerdo con sus funciones y competencias, formula su respectivo PACA en un periodo de tres meses a partir de la adopción de Plan de Desarrollo vigente. Cada PACA institucional debe contener las acciones ambientales priorizadas junto a su asignación presupuestal, hacia el cumplimiento de las metas programadas para el cuatrienio.

La consolidación de estos PACA conforma el PACA Distrital, el cual luego de ser socializado y validado por la Comisión Intersectorial para la Sostenibilidad, Protección Ambiental y el Ecourbanismo del D.C., se adopta mediante Decreto Distrital.

La relevancia de este instrumento radica no sólo en armonizar las acciones e inversiones ambientales del Plan de Desarrollo Distrital con el PGA, sino en que a partir de sus evaluaciones periódicas, se obtienen informes cuya finalidad, entre otras, es la de orientar el componente ambiental de las propuestas para futuros planes de gobierno distrital, así como ser insumo fundamental en la construcción de los planes y proyectos ambientales del Plan de Desarrollo siguiente.

2.3.1.2. Planes Ambientales Locales –PAL

Son los instrumentos de planeación ambiental de corto plazo que, partiendo del diagnóstico ambiental local, priorizan y proyectan las acciones e inversiones de la gestión ambiental a ejecutar en las localidades del Distrito Capital durante el cuatrienio, en concordancia con el Plan de Desarrollo Local, con los objetivos y estrategias del PGA y con las políticas ambientales del Distrito Capital.

Cada Plan Ambiental Local está conformado por tres componentes: un diagnóstico ambiental local; una priorización de acciones ambientales; y la respectiva formulación del plan.

Los diagnósticos ambientales locales son el principal insumo para los Encuentros Ciudadanos organizados por las localidades, específicamente para las mesas de trabajo relacionadas con el sector ambiental, por lo cual deben ser consolidados previamente por las Comisiones Ambientales Locales –CAL, identificando las principales problemáticas de los recursos naturales y en general del estado del ambiente en la localidad, así como sus respectivas o posibles causas.

Con base en esto, y teniendo en cuenta que en los Encuentros Ciudadanos se definen de forma participativa los planes y programas de interés público para su consideración en la elaboración de los Planes de Desarrollo Local, los Consejos de Planeación Local –CPL, en el marco de las recomendaciones intersectoriales formuladas a los Alcaldes Locales, concretarán las iniciativas comunitarias e incluirán las acciones ambientales priorizadas, con las cuales, de conformidad con la estructura programática del Plan de Desarrollo Distrital y con los objetivos y estrategias del PGA, cada Alcaldía Local definirá los proyectos ambientales del cuatrienio con la respectiva asignación presupuestal, que deberá entenderse como el componente ambiental de su Plan de Desarrollo Local.

37

2.3.1.3. Planes Institucionales de Gestión Ambiental –PIGA

Son los instrumentos de planeación ambiental institucional, que parten del análisis descriptivo e interpretativo de la situación ambiental de las sedes administrativas y operacionales, y de su entorno inmediato, así como de la administración de equipamientos y vehículos de las entidades distritales, para concretar los proyectos y acciones ambientales conforme con los programas del PIGA, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de ecoeficiencia del PGA y de desarrollar las acciones conducentes a la reducción de los costos ambientales¹⁵ relacionados con el uso ecoeficiente de los recursos.

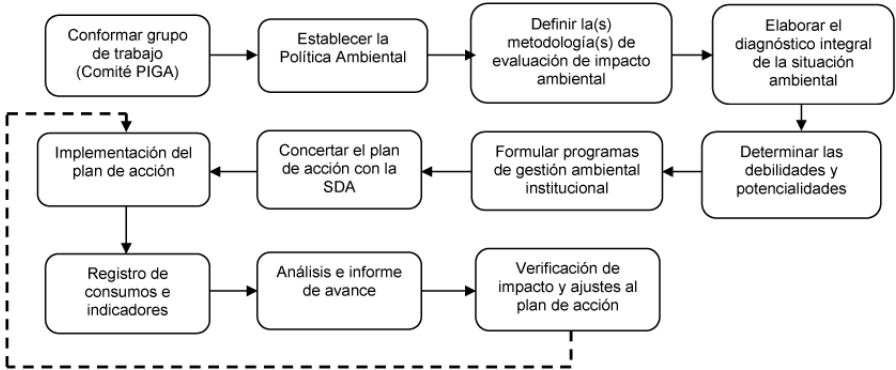
En este aspecto debe mencionarse que mediante el Acuerdo 333 de 2008 y el Decreto 243 de 2009, la Administración Distrital estableció y reglamentó los aspectos más relevantes en torno a la reducción de los costos ambientales en las entidades distritales, para lo cual se creó en cada una de ellas la figura de gestor ambiental, funcionario de nivel directivo cuyas acciones se centran en el seguimiento y control del impacto ambiental de las actividades

15. "Efectos adversos de las actividades de producción y consumo que degradan y agotan los recursos naturales más allá de la capacidad de carga de los ecosistemas, generando una pérdida de sus funciones que afecta el bienestar de las personas y la sociedad". Decreto Distrital 243 de 2009.

diarias de la respectiva entidad, entre otras, mediante la formulación e implementación del PIGA y de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Sistema Ambiental del Distrito Capital –SIAC.

Los PIGA de las entidades distritales deberán tener un proceso de concertación ante la Secretaría Distrital de Ambiente, y serán objeto de seguimiento por parte de dicha entidad. Por otro lado, no obstante que el PIGA se constituye como un instrumento de planeación ambiental flexible, puede establecer la secuencia de etapas expuestas en la figura 4.

Figura 4. Ruta crítica para la concertación e implementación del PIGA



Fuente: Lineamientos para la formulación e implementación del PIGA. SDA, 2009.

2.3.2. Otros instrumentos de planeación ambiental

Son los instrumentos que se orientan de forma específica al manejo, recuperación y conservación de los recursos naturales. Como los demás instrumentos anteriormente mencionados, se ciñen a los lineamientos del PGA, pero no necesariamente lo materializan u operativizan de manera directa.

Algunos de estos instrumentos son los enfocados a la ordenación o al manejo para la conservación y/o recuperación de áreas con valor ambiental o de recursos naturales específicos, como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA y los Planes de Manejo Ambiental –PMA de áreas protegidas. Por su parte, hay otros instrumentos que, sin ser exclusivamente de naturaleza ambiental, incluyen esta dimensión en su planteamiento y orientación, como el Plan de Ordenamiento Territorial –POT, el Plan de Desarrollo Distrital –PDD y los Planes de Desarrollo Local –PDL.

2.3.2.1. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA

Para referirse a estos instrumentos de planeación, es necesario contextualizar el concepto de cuenca hidrográfica, para lo que se puede citar el Decreto 1729 de 2002, según el cual una cuenca *“es el 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”*. Además de esta definición, se puede mencionar que las cuencas hidrográficas generan condiciones de funcionalidad y morfología en los asentamientos humanos, sean urbanos o rurales, y que en ellas se desarrollan, por lo tanto, relaciones sociales, políticas, culturales, entre otras.

En este contexto, es necesario desarrollar acciones de ordenación de las cuencas hidrográficas teniendo como referente los principios, objetivos y estrategias del PGA, sobre lo cual será formulado un plan (POMCA) que, incluyendo fases como diagnóstico, prospectiva, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación, tiene como objeto principal *“el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos*.

La ordenación así concebida constituye el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.

La ordenación de cuencas se hará teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes principios y directrices:

- El carácter de especial protección de las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de aguas y zonas de recarga de acuíferos, por ser considerados áreas de especial importancia ecológica para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales renovables.
- Las áreas a que se refiere el literal anterior, son de utilidad pública e interés social y por lo tanto deben ser objeto de programas y proyectos de conservación, preservación y/o restauración de las mismas.
- En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y deberá ser tenido en cuenta en la ordenación de la respectiva cuenca hidrográfica.

- Prevención y control de la degradación de la cuenca, cuando existan desequilibrios físicos o químicos y ecológicos del medio natural que pongan en peligro la integridad de la misma o cualquiera de sus recursos, especialmente el hídrico.
- Prever la oferta y demanda actual y futura de los recursos naturales renovables de la misma, incluidas las acciones de conservación y recuperación del medio natural para asegurar su desarrollo sostenible.
- Promover medidas de ahorro y uso eficiente del agua.
- Considerar las condiciones de amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales que puedan afectar el ordenamiento de la cuenca.
- Los regímenes hidroclimáticos de la cuenca en ordenación” (Decreto 1729 de 2002).

En el Distrito Capital, a través de la Secretaría Distrital de Ambiente –SDA, la Corporación Autónoma Regional –CAR y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN, como autoridades ambientales en el área de jurisdicción de las cuencas, organizaciones y ciudadanía en general, paulatinamente han desarrollado procesos al respecto en las cuencas de sus principales sistemas hídricos, como en la cuenca del río Bogotá y en las de El Tunjuelo, El Fucha y El Salitre.

Vale la pena mencionar que su implementación no responde de forma estricta a las vigencias administrativas, su horizonte programático varía entre 15 y 20 años en función de la complejidad de las acciones a ser ejecutadas para la recuperación del recurso hídrico.

2.3.2.2. Planes de Manejo Ambiental –PMA

Son instrumentos que en el contexto de la gestión ambiental del Distrito Capital, se encaminan al cumplimiento de los objetivos del PGA, primordialmente los de calidad ambiental y los de armonía socioambiental. Al igual que los POMCA, su implementación no necesariamente responde a vigencias administrativas (como sí los PACA o los PAL, por ejemplo, cuyo periodo es cuatrienal), sino que se implementan de acuerdo a las necesidades y particularidades de áreas con valor ambiental, recursos naturales específicos o actividades socioeconómicas.

Para el Distrito Capital, según lo dispuesto en el Decreto 190 de 2004, *“las áreas declaradas como parte del Sistema de Áreas Protegidas¹⁶ contarán con un*

16. “Conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del Distrito Capital, la Región o la Nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital, las cuales, en beneficio de todos los habitantes, se reservan y se declaran dentro de cualquiera

Plan de Manejo, el cual debe ser aprobado por la autoridad ambiental competente". Estos planes deben contener como mínimo:

- *"El alinderamiento y amojonamiento definitivo a partir de las áreas propuestas en el Plan de Ordenamiento Territorial. Este proceso demarcará los límites del área protegida.*
- *Zonificación ecológica. Este proceso diferenciará al interior de cada área protegida, los sectores que por su condición requieren la aplicación de acciones de preservación y restauración ecológica e identificará aquellos dentro de los cuales es posible la implementación de acciones de aprovechamiento sostenible, posibilitando el desarrollo de actividades que en todo caso deben sujetarse al régimen de uso establecido para cada categoría en el marco de este Plan.*
- *Los aspectos técnicos de las acciones de preservación, restauración y aprovechamiento sostenible, se guiarán, entre otros por los lineamientos vigentes del Protocolo Distrital de Restauración y por el Plan de Manejo de Ecosistemas Estratégicos de Área Rural del Distrito Capital, del Departamento Administrativo del Medio Ambiente {Secretaría Distrital de Ambiente –SDA}.*
- *La definición de los equipamientos necesarios para la implementación de las acciones de preservación, restauración y aprovechamiento sostenible, atendiendo al régimen de uso del presente Plan y aplicándolo a las condiciones propias de cada categoría del sistema de áreas protegidas" (Decreto 190 de 2004).*

Parágrafos:

- *"Las obras de interés público declaradas como tales por la Administración Distrital en cualquier parte del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, deberán someterse a las exigencias ambientales establecidas en las normas vigentes.*
- *Los planes de manejo de los elementos del sistema distrital de áreas protegidas, serán formulados por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente –SDA), y adoptados por Decreto del Alcalde Mayor. En dicho acto se incluirá la cartografía que establezca el alinderamiento preciso del elemento del Sistema de Áreas Protegidas correspondiente.*
- *Los títulos mineros obtenidos por particulares dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital con anterioridad a la declaratoria de las mismas y de conformidad con las normas vigentes, priman sobre el régimen de usos de*

de las categorías enumeradas en el presente Plan. Todas las áreas comprendidas dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital constituyen suelo de protección" Decreto 190 de 2004. Estas áreas pueden ser del orden nacional o del orden distrital, estas últimas divididas en: Santuario distrital de fauna y flora; Área forestal distrital; Parque ecológico distrital.

éstas. Los titulares deberán presentar, ante la autoridad ambiental competente, los respectivos planes de recuperación que, para los terrenos que hagan parte de un Área Protegida deberán contemplar como tratamiento final, la restauración del ecosistema nativo y como uso final, el que se ajuste al régimen correspondiente de acuerdo con la categoría y el Plan de Manejo del Área.

- *El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente –SDA) y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR concertarán la reglamentación del contenido, alcance y procedimiento para la formulación y aprobación de los Planes de Manejo de las áreas protegidas distritales, así como los lineamientos para su zonificación ecológica incluyendo las proporciones, restricciones y límites de asignación de espacio para los usos permitidos.*
- *Los planes de manejo de áreas protegidas existentes con anterioridad a la reglamentación de que trata este Parágrafo serán actualizados por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente –SDA) y aprobados por la autoridad ambiental competente.*
- *Los planes de manejo de los parques ecológicos de humedal, serán elaborados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá –EAAB y sometidos a consideración y aprobación de la autoridad ambiental competente” (Decreto 190 de 2004).*

—42

2.3.2.3. Plan de Ordenamiento Territorial –POT

Es el instrumento que conforme con la Ley 388 de 1997, y siguiendo lo establecido por la Secretaría Distrital de Planeación¹⁷ *“se encarga de desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal o distrital. Se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico espacial del territorio y la utilización del suelo.*

Constituye la carta de navegación para ordenar su territorio, tanto en el suelo urbano como en el suelo rural y que se expresa en un modelo espacial de ocupación del territorio a consolidar en el largo plazo, acompañado de un conjunto de herramientas que posibilitan su puesta en marcha, a través de la definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales. Para ello, el POT diseña y adopta los instrumentos y procedimientos de gestión del suelo que permiten orientar y ejecutar todas las acciones que adelantan, no solamente los ciudadanos, sino la administración pública, en materia de desarrollo urbano y rural que inciden en la estructura del territorio distrital”.

17. ABC del POT de Bogotá. Secretaría Distrital de Planeación, 2009.

Aunque la naturaleza y el propósito del POT no son exclusivamente ambientales, enmarcado en los objetivos y estrategias del PGA, éste debe incluir en cada uno de los instrumentos que lo desarrollan¹⁸, lineamientos, conceptos, determinantes ambientales, medidas de manejo ambiental, entre otros, con la finalidad de asegurar que la dimensión ambiental se tenga en cuenta en las diferentes acciones e intervenciones del Distrito Capital, y pretendiendo además, contrarrestar o complementar la acción espontánea del mercado, interpretando el sentimiento y la expectativa implícitos o explícitos de los pobladores respecto a la ciudad y a la región, que desde el punto de vista ambiental quieren y sueñan.

2.3.2.4. Plan de Desarrollo Distrital –PDD

Es el instrumento cuya finalidad es planificar el desarrollo territorial del Distrito Capital en cada periodo de gobierno (cuatrienalmente), fundamentado en un pacto entre la ciudadanía y el Estado (representado por el Alcalde Mayor y su gabinete), a través del cual se legalizan los compromisos gubernamentales para la ciudad y se dan las directrices a seguir por todos los sectores (social, cultural, ambiental, etc.), con el fin de garantizar el mayor cumplimiento de los objetivos de la Administración Distrital.

El Plan de Desarrollo Distrital tendrá un componente ambiental, cuya formulación, además de tener como insumo la participación ciudadana, tendrá en cuenta los informes de la gestión ambiental del Distrito Capital producto de la evaluación periódica del PACA.

A su vez este instrumento, mediante su estructura programática definida (metas, objetivos, programas, proyectos), será el marco de referencia de los Planes de Desarrollo Local.

2.3.2.5. Planes de Desarrollo Local –PDL

Son los instrumentos que en general, orientan y definen la inversión y las acciones a desarrollar en cada una de las localidades del Distrito Capital. De este modo, cada localidad tiene asignación presupuestal en función de su cantidad de habitantes y cuya vigencia, al igual que en el nivel central, es de cuatro años.

Estos planes deben contemplar un componente ambiental que, como ya se mencionó con anterioridad, es materializado a través de los Planes Ambientales Locales –PAL, los cuales deben ceñirse a los lineamientos del PGA.

18. Planes maestros, Planes zonales y de ordenamiento zonal, Unidades de planeamiento zonal, Planes parciales, Planes de reordenamiento, Planes de implantación, Planes de regularización y manejo de usos dotacionales, Planes de recuperación morfológica y ambiental.

Tanto los Planes de Desarrollo Local como el Plan de Desarrollo Distrital, aunque tengan un componente ambiental a desarrollar e implementar durante su vigencia cuatrienal, no restringirán su responsabilidad ambiental a ello, sino que todas las acciones a realizar en los demás sectores de la Administración Distrital, deberán incorporar y tener en cuenta los criterios, lineamientos y determinantes ambientales consignados en el PGA.

2.4. Principios

La gestión ambiental del Distrito Capital, además de orientarse bajo objetivos y estrategias, se rige bajo un marco general que es transversal a todos los procesos, acciones y fenómenos que suceden en la cotidianidad del territorio y de los actores estratégicos que en éste convergen.

Los principios conforman los aspectos que se deben tener en cuenta no sólo en la gestión y las políticas públicas en términos de la gobernabilidad, sino que a su vez direccionan comportamientos y acciones de corresponsabilidad, teniendo como premisa el concepto de sostenibilidad en el desarrollo cotidiano de la ciudad, las acciones colectivas y la participación ciudadana, y la inserción de la ciudad y la región en contextos y escalas superiores.

Estos principios son: Calidad ambiental para el desarrollo sostenible; desarrollo sostenible como proyecto social y cultural; preeminencia de lo público y lo colectivo; ecoeficiencia de la función y la forma urbanas; transformación positiva del territorio; gestión ambiental urbano-regional; liderazgo nacional y articulación global.

2.4.1. Calidad ambiental para el desarrollo sostenible

La gestión ambiental del Distrito Capital propenderá por un medio ambiente seguro, saludable y propicio para las generaciones presentes y futuras, que tenga la capacidad de satisfacer las necesidades de sus habitantes en términos de habitabilidad, y de sus ecosistemas estratégicos en términos de preservación y conservación.

De este modo, todas las actividades desarrolladas en el Distrito Capital, sea en los sectores industrial, comercial, de servicios, u otros, deben regirse por los principios de calidad ambiental, donde paulatinamente disminuya el factor de contaminación (emisiones, efluentes, residuos) y donde a la vez se garantice la efectividad en los procesos específicos de desarrollo.

2.4.2. Desarrollo sostenible como proyecto social y cultural

El desarrollo sostenible se acomete como un proyecto de vida colectivo que involucra tanto a la sociedad civil como al Estado. Como principio

se basa en la concertación de las voluntades y el mejoramiento de los comportamientos individuales, y apunta a la construcción de una cultura y un territorio viables y competitivos en el corto, mediano y largo plazo. En este sentido, la ciudadanía, como actor relevante dentro de la gestión ambiental y como parte de las problemáticas, debe hacer parte de las soluciones, ya sea directa o indirectamente, de manera articulada.

2.4.3. Preeminencia de lo público y lo colectivo

Para referirse a “lo público” se puede partir de diferentes corrientes, desde las que conciben su definición simplemente como el contraste de “lo privado”, hasta las que se refieren a la actividad del Estado, específicamente *“accesible a toda la gente; concerniente a la gente; y pertinente al bien común o al interés compartido”*¹⁹, sentido en el que la gestión ambiental de Bogotá D.C. da prelación a los elementos, procesos y alternativas que permiten crear, vivir y apropiarse la ciudad física, social, económica y cultural como un hecho colectivo, procurando la satisfacción de necesidades comunes, favoreciendo el encuentro e intercambio constructivo entre sus integrantes y extendiendo a todos ellos la inclusión de las decisiones, responsabilidades y beneficios. Para ello se tendrán en cuenta aspectos como el imaginario colectivo de los habitantes y la construcción social del territorio.

45 —

2.4.4. Ecoeficiencia de la función y la forma urbanas

De acuerdo con lo que establece el Decreto 456 de 2008, en toda actividad se buscará el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales y las potencialidades ambientales y socioculturales, así como la minimización en la generación de residuos, el deterioro físico y funcional y la marginalidad ambiental, económica y social.

2.4.5. Transformación positiva del territorio

Las ventajas ambientales del territorio, en especial la diversidad de paisajes, ecosistemas, modos de vida y especies, deben ser potenciadas a través de la planificación y el diseño del desarrollo físico urbano-regional, en formas creativas y globalmente competitivas, conservando los procesos ecológicos esenciales y mejorando la capacidad del medio para sustentar el funcionamiento económico y sociocultural.

19. Fraser, 1997. En: GARAY, Luís Jorge. 2000. Documento presentado en el Encuentro de la Sociedad Civil. Cartagena.

2.4.6. Gestión ambiental urbano-regional

La gestión ambiental distrital debe contribuir al mejoramiento de la habitabilidad en la región y a la armonización de sus distintos modos de vida, acercando la toma de decisiones a la escala real de los procesos ecológicos y a los actores involucrados, y procurando la construcción de un sistema urbano-regional posicionado y competitivo tanto nacional como internacional. Así, se entenderá la región-capital como un territorio integral, donde a pesar de que existe un área consolidada como la ciudad de Bogotá, convergen a su vez otros núcleos urbanos que hacen parte funcional o estructuralmente de este sistema ciudad-región.

2.4.7. Liderazgo nacional y articulación global

Corresponde al Distrito Capital liderar, en el ámbito nacional, el desarrollo conceptual, metodológico y técnico de los temas propios de la gestión ambiental, así como el intercambio de experiencias y técnicas con otras ciudades del mundo y la discusión e implementación de los convenios y agendas internacionales de protección del ambiente global.

46

2.5. Objetivos de la gestión ambiental distrital

Los objetivos ambientales concretan el propósito de la gestión pública en cada uno de los aspectos que componen la calidad ambiental y los recursos naturales en general, planteando un escenario o unas condiciones a las que se direccionarán las acciones.

Por esta razón, para el Distrito Capital se han planteado diecinueve objetivos ambientales, los cuales se han agrupado en tres grandes categorías: de calidad ambiental; de ecoeficiencia; y de armonía socioambiental.

2.5.1. De calidad ambiental

Estos hacen referencia al estado y condiciones de los recursos naturales y en general del ambiente con relación a los valores (límites, umbrales) permisibles determinados por la exigencia normativa y las recomendaciones técnicas relativas a cada uno de sus componentes. Comprende la oferta de recursos, medios, sensaciones, relaciones y dinámicas, que determinan la calidad de vida, así como la viabilidad y la transformación de los distintos modos de vida.

Entre estos se encuentran los de calidad del aire; agua y regulación hidrológica; sonora; paisaje; suelo; espacio público; conservación y adecuado manejo de la fauna y la flora; estabilidad climática; gestión de riesgos y desastres.

2.5.1.1. Calidad del aire

Este objetivo pretende contribuir al mejoramiento de la calidad del aire y realizar la gestión necesaria para el cumplimiento, como mínimo, de las normas nacionales y estándares internacionales (Organización Mundial de la Salud –OMS) que regulan la materia.

La calidad del aire es uno de los temas de mayor sensibilidad social en la gestión ambiental actual, pues de éste se desprenden problemas de salud pública sobre grupos vulnerables como niños y tercera edad, por Enfermedades Respiratorias Agudas –ERA, principalmente. Su comportamiento espacial se distingue de otros parámetros por su rápida y extensa difusión a través de la ciudad, aunque se puede concentrar en determinadas áreas.

Por lo anterior implica tanto el control de las emisiones de las fuentes móviles y fijas, como el de la calidad del aire resultante de la interacción de estos factores con los procesos meteorológicos y aeroquímicos en la atmósfera.

2.5.1.2. Calidad del agua y regulación hidrológica

Con este objetivo se busca contribuir en la recuperación y mantenimiento de la calidad fisicoquímica y biológica del agua en los humedales, lagos, ríos, quebradas, canales y reservas subterráneas del territorio distrital y la regulación hidrológica de las cuencas, conforme a las normas vigentes.

Dado que el agua es el recurso ordenador de la gestión ambiental, es importante contribuir en su recuperación y preservación, especialmente en el caso de cuencas con cauces en sectores urbanos, donde la concentración de los flujos de materiales, en el marco de la consolidación paulatina de la ciudad, hace que su calidad sea uno de los factores de compleja materialización.

En este contexto el objetivo se fundamenta en acciones de recuperación hidráulica, sanitaria y biológica de los ecosistemas acuáticos deteriorados por décadas de contaminación y otros impactos típicamente urbanos.

2.5.1.3. Calidad sonora

Este objetivo intenta aportar en la prevención y mitigación del ruido, según lo establecido en las normas vigentes, y al nivel adecuado según los usos y actividades propios de cada zona.

La problemática ligada a ruido, es uno de los temas más recurrentes y sensibles en las áreas urbanas, en este caso Bogotá. Así, aunque ocurre en toda la ciudad, existen algunos sectores con los niveles de mayor afectación, sea por obras de infraestructura, por el parque automotor, por actividades

industriales o producto de megaproyectos urbanos, como la operación estratégica del Aeropuerto de la capital, entre otras.

En estos sectores de mayor afectación se proyecta el establecimiento de medidas particulares de prevención y control en coordinación con las alcaldías locales correspondientes, propendiendo por ampliar los espacios y tiempos con sonidos naturales o niveles sonoros bajos y teniendo especialmente en cuenta el bienestar dentro del espacio público y el de los grupos y actividades humanos más sensibles.

2.5.1.4. Calidad del paisaje

El objetivo se orienta a contribuir en la protección e incremento del valor escénico del medio urbano y rural, preservando y fomentando el predominio paisajístico de formas y elementos naturales y construidos que contribuyan al disfrute estético, la generación de identidad y arraigo.

En este sentido se armonizarán acciones en torno a la generación de “topofilias”, o lugares de agrado o atracción para los habitantes a través de su percepción, cotidianidad e imaginario colectivo.

— 48

2.5.1.5. Calidad del suelo

Con este objetivo se pretende aportar en la recuperación y mantenimiento de la calidad y la estabilidad del suelo para el funcionamiento de los ecosistemas, la regulación de las cuencas y la seguridad de los asentamientos.

Así, partiendo de los innumerables usos del término “suelo”, en este caso se limitará a su acepción desde el punto de vista como soporte ecológico de la vegetación, los procesos biogeoquímicos y, en general, de los ecosistemas terrestres, al mismo tiempo que soporte físico de las infraestructuras y los asentamientos. Por esto, el objetivo atiende a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que le permiten cumplir con tales funciones y con sus servicios ambientales derivados.

2.5.1.6. Calidad ambiental del espacio público

Este objetivo busca propender por la conservación, recuperación e incremento de la calidad del ambiente en el espacio público, incorporando criterios ambientales en sus procesos de generación, recuperación y conservación.

De igual forma, considerar la percepción del lugar, concepto también empleado en el objetivo de calidad del paisaje y aquí acuñado para referirnos al control y a la desincentivación de “topofobias” o lugares de repulsión para los ciudadanos.

2.5.1.7. Conservación y adecuado manejo de la fauna y la flora

Con este objetivo se intenta aportar a la restauración, preservación e incremento de la riqueza biológica del territorio distrital; de la cobertura vegetal nativa; y de la conectividad estructural y funcional de la Estructura Ecológica Principal. Así mismo, minimizar el tráfico o cría ilegal de especies de flora y fauna y procurar el rápido y eficiente retorno a su hábitat natural.

En este contexto, la conservación y recuperación de la biodiversidad es de gran relevancia dentro de las áreas urbanas y rurales del Distrito Capital, "...donde con una adecuada planificación y manejo del crecimiento y funcionamiento de las estructuras creadas se puede incrementar la riqueza biológica en todo el gradiente territorial.

Junto al manejo de las transformaciones físicas del entorno urbano-regional, este objetivo tiene un aspecto adicional: el control de las actividades de explotación directa de la biodiversidad y, particularmente, la lucha contra el tráfico biológico ilícito" (PGA, 2001–2009).

2.5.1.8. Estabilidad climática

El objetivo está enfocado a gestionar y ejecutar proyectos y actividades orientadas bajo los preceptos y objetivos globales, para la reducción de los impactos y la adaptación al cambio climático y orientar el ordenamiento, construcción y funcionamiento del tejido urbano para proteger la región frente a los efectos del cambio climático previsible.

Lo anterior dada la responsabilidad que toda ciudad tiene de estar al tanto del cambio climático global; pues es en las ciudades donde se concentran la producción y consumo de bienes y servicios generadores de emisiones de gases de invernadero. A su vez, "además de ser parte de la calidad ambiental percibida (sensación de temperatura, viento, luminosidad y humedad), el diseño del espacio público es también responsable por la generación o regulación de fluctuaciones de temperatura (espacios más duros se calientan y enfrían más rápido) o vientos locales fuertes (que aumentan la cantidad de partículas en suspensión), todo lo cual afecta la salud humana y el mantenimiento del arbolado, el mobiliario y las edificaciones" (PGA, 2001–2009).

2.5.1.9. Gestión ambiental de riesgos y desastres

Este objetivo pretende contribuir a la ejecución de las acciones destinadas a la prevención y atención de desastres, calamidades y emergencias distritales, de conformidad con las responsabilidades institucionales adquiridas, relacionadas con la ocurrencia de fenómenos naturales, antrópicos y socionaturales.

Se buscará desarrollar los lineamientos del Protocolo de Hyogo, los cuales están relacionados con la organización para la gestión, el análisis de riesgos, la prevención, la mitigación, los preparativos para emergencia, la alerta, la respuesta y la restauración de los daños potenciales o reales al ambiente, que sean efecto de la naturaleza o por acciones humanas.

Es relevante la coordinación interinstitucional de las entidades en el marco del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá, D.C. –SDPAE, del Comité Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias –CDPAE, tres de las seis Comisiones Interinstitucionales (Planeación, Medio Ambiente y Vivienda e Incendios Forestales) y de los Comités Locales de Emergencia –CLE.

Teniendo en cuenta los riesgos con un enfoque ambiental, *desde el punto de vista técnico* se desarrollarán temas relacionados con las agendas territoriales y sectoriales del Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias –PDPAE, mientras que *desde el punto de vista operativo*, se trabajará bajo el contexto del Plan Institucional de Respuesta a Emergencias –PIRE, el cual permitirá establecer la organización apropiada para la coordinación y administración de emergencias que ocurran en el Distrito Capital, de manera articulada con las demás entidades pertenecientes al SDPAE, en contexto con el Sistema Organizacional y los Protocolos Distritales de Respuesta definidos en el Plan de Emergencias de Bogotá.

Se deben encaminar acciones en torno a una planeación urbana integral, aportando técnicamente en el componente ambiental de las operaciones urbanísticas previstas en el Plan de Ordenamiento Territorial y en las acciones integrales de construcción de borde de ciudad. A su vez, a la recuperación, rehabilitación y/o restauración ecológica de áreas afectadas por alta amenaza y/o alto riesgo no mitigable, donde deben desarrollarse las acciones previstas en los planes de rehabilitación, reconstrucción, manejo y desarrollo sostenible post-evento para los sectores determinados por la instancia distrital competente.

2.5.2. De ecoeficiencia

La ecoeficiencia es un término que tiene su origen en el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), específicamente en la publicación “*Changing Course*” en 1992, en términos de “crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y creando menos basura y polución”.

Es una condición indispensable para la calidad de vida y la calidad ambiental, por lo que estos objetivos se orientan a la sostenibilidad de las

entradas, transformaciones y salidas del crecimiento y funcionamiento urbano, partiendo de parámetros de eficiencia en sus procesos. Una de las herramientas para llegar a dicha condición (principalmente las entidades distritales) son los Planes Institucionales de Gestión Ambiental PIGA, que como ya se mencionó con anterioridad, centran sus acciones en que dichas entidades cumplan los objetivos de ecoeficiencia establecidos en el PGA, entre los que se encuentran: uso eficiente del espacio; del agua; de la energía; de los materiales.

2.5.2.1. Uso eficiente del espacio

Con este objetivo se busca definir las determinantes ambientales en los instrumentos de ordenamiento territorial y aplicarlos, para que la ocupación y transformación del espacio reconozca su condición como recurso fundamental y limitado, “de cuyo manejo depende tanto la generación de condiciones internas a la ciudad, como la definición de parámetros de relación con el entorno regional, determinando importantes características dentro del sistema urbano-regional. De cualquier modo, la gestión del espacio atenderá a cuatro variables determinantes del mismo:

- El crecimiento urbano, que deberá direccionarse hacia la construcción de una ciudad compacta, buscando minimizar los impactos ambientales y económicos relacionados con el suministro de recursos y servicios, así como la afectación del espacio regional y su estructura de usos.
- La densidad de ocupación, la cual deberá tender hacia un óptimo dentro del cual se equilibren la satisfacción de necesidades de espacio privado y los costos derivados de la prestación de servicios y la conexión a las infraestructuras urbanas que se hacen mayores con la dispersión o baja densidad.
- La diversidad de espacios, la cual deberá tender hacia la consolidación de una ciudad que equilibre la relación entre los espacios naturales y construidos (propiciando una mayor heterogeneidad funcional), así como la dispersión y mezcla de usos, que acerquen los bienes y servicios urbanos a los usuarios, aumentando la accesibilidad sin incrementar los riesgos de vecindades inconvenientes.
- La calidad de los espacios, que relacionados con su funcionalidad, deberán presentar las condiciones de forma, estructura y administración necesarias para contrarrestar los potenciales impactos ambientales y sociales, ligados a condiciones de ocupación densa y de mezcla de usos o diversidad de espacios”.

2.5.2.2. Uso eficiente del agua

Este objetivo propende por el mantenimiento de la oferta natural de agua mediante la conservación de los ecosistemas reguladores y el ciclo hidrológico regional, así como promover el consumo racional del recurso, la promoción de alternativas de producción más limpia y la sostenibilidad del desarrollo.

Así, atiende a los parámetros de cantidad, regularidad (distribución temporal), accesibilidad (distribución espacial) y seguridad del recurso hídrico, obligando a una gestión integral de todos los elementos y procesos encadenados en el ciclo hidrológico, así como a la participación de todas las áreas y actores que en las cuencas y la región hacen parte del mismo.

En términos particulares y de menor escala, como la institucional, se deberá garantizar el control sobre el uso del recurso, mediante revisiones periódicas de las instalaciones hidrosanitarias y de la promoción de una cultura de consumo racional del agua, incluyendo entre otros los siguientes aspectos:

- Revisión técnica de las condiciones actuales de las instalaciones.
- Cultura de consumo del recurso.
- Identificación de medidas racionales, para el ahorro.
- Identificación de impactos positivos y negativos de las medidas de reducción.
- Estudio de alternativas de tecnologías limpias aplicables.
- Análisis de costos y beneficios.
- Evaluación del presupuesto necesario para la implementación del programa (adecuaciones físicas, medidas educativas, de mantenimiento y de operación).
- Desarrollo y evaluación del programa de ahorro de agua.

2.5.2.3. Uso eficiente de la energía

El objetivo contribuye a la promoción del consumo racional energético y a fomentar las iniciativas tendientes a aumentar el empleo de energías más limpias y fuentes más seguras a largo plazo.

Termodinámicamente, las ciudades son sumideros de energía a gran escala. Todos los efectos del consumo energético, así como las decisiones relacionadas, se concentran en las ciudades, con consecuencias locales, regionales y globales.

La sostenibilidad del desarrollo humano en la ciudad y de las ciudades en el planeta, así como la competitividad de la ciudad-región en el contexto

global, dependen de la estrategia energética que se adopte, bajo considerandos ambientales claramente definidos a nivel mundial” (PGA, 2001–2009).

En términos institucionales pretende reducir el consumo de energía, buscando estrategias de aprovechamiento de la luz natural y el empleo de tecnologías que permitan reducir el consumo de energía eléctrica y el mejor uso de los recursos naturales. A su vez, se podrán contemplar acciones que permitan la autogeneración de energía eléctrica mediante fuentes alternativas; así como las acciones de monitoreo y control para el buen uso de los combustibles con que se genera otro tipo de energía diferente a la eléctrica, generalmente manifestada a través de calor y movimiento, contemplando entre otras, las siguientes acciones:

- Revisión técnica de las condiciones actuales de las instalaciones eléctricas, circuitos, medidores, etc.
- Cultura de uso de la energía.
- Estudios de la cantidad de energía requerida para el funcionamiento de equipos, y de opciones de energía alternativa existentes.
- Identificación de procesos, equipos ó máquinas que toman energía de combustibles (calderas, hornos, estufas industriales, vehículos, etc.).
- Alternativas tecnológicas existentes para la programación de equipos, como ascensores, monitores, impresoras, sensores de movimiento, sistemas de calefacción o refrigeración, etc.

53

2.5.2.4. Uso eficiente de los materiales

Con este objetivo se pretende promover la racionalización del consumo de materiales en el funcionamiento y crecimiento físico de la ciudad-región, de acuerdo con su capacidad de regeneración o disponibilidad nacional, regional y local de los mismos y los efectos sociales y ambientales de su extracción, transformación, uso y descarte, procurando la máxima eficiencia del sistema urbano-rural y la promoción de alternativas de producción más limpia.

Esto implica considerar los efectos sociales y ambientales del ciclo de vida de cada material dentro de los costos del mismo y, con base en ello, definir racionalmente la selección de materiales, las cantidades y su destinación, según el valor agregado a los bienes en que participan y la rentabilidad total del proceso. Los mismos parámetros deben soportar las decisiones en cuanto a alternativas de sustitución o reutilización de los materiales.

En el aspecto institucional este objetivo debe dirigir sus esfuerzos a capacitar y motivar en la correcta utilización de los materiales, realización

de separación en la fuente generadora de residuos sólidos, correcto manejo de los residuos no convencionales, como los residuos peligrosos, eléctricos y electrónicos, e identificación de otros tipos de residuos, como los vertimientos y el CO₂.

2.5.3. De armonía socioambiental

“Estos objetivos están relacionados con los efectos de la eficiencia del ecosistema y la calidad del ambiente sobre el desarrollo físico, cultural, social y económico. Apuntan a optimizar la relación entre los componentes ambiental-cultural, ambiental-social y ambiental-económico, permitiendo una valoración cuantitativa y cualitativa del efecto de las transformaciones ambientales sobre los intereses y procesos del desarrollo físico, sociocultural y económico de la ciudad-región” (PGA, 2001 – 2009).

Entre estos se encuentran los de productividad y competitividad sostenibles; ocupación armónica y equilibrada del territorio; cultura ambiental; habitabilidad e inclusión; socialización y corresponsabilidad; ordenamiento y gestión de la ciudad-región.

2.5.3.1. Productividad y competitividad sostenibles

Este objetivo busca orientar el aprovechamiento y transformación sostenible del territorio y los recursos naturales, donde directa o indirectamente se generen condiciones para la población de empleo, satisfacción de las necesidades básicas de la población y en general el incremento de la competitividad de la ciudad y la región en el contexto global, con base en las ventajas comparativas de su oferta ambiental y las competitivas de su manejo. En otras palabras potenciar el efecto positivo de la oferta y la gestión ambientales sobre el desarrollo económico y los beneficios de éste derivados para el bienestar de los ciudadanos.

De otro modo, implica que los recursos y los espacios deben ser utilizados, racionalmente, como la conservación misma implica, en el sentido original y correcto del término. Tal aprovechamiento debe hacerse partiendo de una lectura estratégica de las particularidades ecológicas del Distrito Capital, de modo que se aprovechen sus ventajas y se respeten sus limitantes.

2.5.3.2. Ocupación armónica y equilibrada del territorio

Con este objetivo se intenta orientar el uso, la ocupación y la densificación del espacio y del territorio hacia una composición que armonice las relaciones entre éstos, optimice el aprovechamiento de la oferta territorial en términos de la diversidad de modos de vida, paisajes y ecosistemas y el manejo

prudente de las limitantes de cada área, generando asentamientos seguros y con alta calidad ambiental.

2.5.3.3. Cultura ambiental

El objetivo se orienta a fomentar conceptos, valores y prácticas relacionadas con el patrimonio natural y el funcionamiento y gestión del ambiente, como base del disfrute del mismo, su apropiación colectiva y la conservación de su valor y función en la cultura.

“Lo cultural ha sido habitualmente tratado, en gestión ambiental, como un factor de deterioro o una herramienta de manejo. Sin embargo, la cultura es también parte del ambiente y la calidad del mismo, tanto como elemento central de nuestro entorno de relación, así como medio a través del cual percibimos.

Dado que percibimos el ambiente a través de un sistema de representaciones y valoraciones culturales, aquello que nuestro sistema de clasificación y relación realza, aparecerá destacado en el ambiente percibido; así mismo, aquello que nuestro sistema de conceptos y valores no identifique, sencillamente no existirá en nuestro ambiente. La riqueza, calidad y seguridad del ambiente dependen definitivamente de la riqueza y exactitud de los conceptos, asociaciones emocionales y actitudes de que disponemos para representarlas, valorarlas y responder ante dichos atributos.

Este objetivo, a pesar de su relativa sutileza y complejidad, es central en la gestión ambiental. Su opuesto es el olvido, uno de los peores daños ambientales y “talón de Aquiles” del concepto de desarrollo sostenible: si olvidamos lo que enriquece nuestra propia vida aún cuando está presente en el ambiente, no estamos en capacidad de garantizar la permanencia de tales condiciones para satisfacer las necesidades y expectativas de las generaciones futuras y lo estaremos menos cuando disminuya la accesibilidad de dichos elementos.

Este objetivo apunta a mejorar la exactitud de la correspondencia entre las representaciones colectivas y los procesos y elementos del ambiente. De la misma forma, se enfoca a orientar una adecuada asociación entre los valores culturalmente aceptados y los indicadores de ecoeficiencia, calidad ambiental y desarrollo armónico y a enriquecer la vivencia colectiva e individual del ambiente, sacando el máximo provecho de la oferta de la ciudad y la región” (PGA, 2001 – 2009).

2.5.3.4. Habitabilidad e inclusión

Con este objetivo se pretende propiciar las condiciones ambientales y de saneamiento básico adecuadas en el entorno en que residen los habitantes

del Distrito Capital, buscando incluir en sus ventajas y mejoras al conjunto de la población, del modo más amplio y equitativo, cuidando especialmente el acceso a éstas por parte de grupos vulnerables por su condición social, económica, cultural o fisiológica.

Completando el razonamiento de que la eficiencia del uso y la transformación del ambiente deben orientarse hacia la calidad ambiental, sus distintos componentes deben orientarse a conformar un cuadro coherente de respuesta a las necesidades del desarrollo individual y colectivo.

Lo anterior implica procurar las condiciones físicas y sociales de accesibilidad, uso y disfrute que potencien el impacto positivo de la oferta y la gestión ambiental sobre el desarrollo integral de las personas y los colectivos.

2.5.3.5. Socialización y corresponsabilidad

Este objetivo busca divulgar y crear conciencia de las problemáticas ambientales y la responsabilidad individual y colectiva de la sociedad civil, el sector privado y las entidades públicas con la ecoeficiencia y la calidad ambiental.

56 Mediante estrategias como la de información y comunicaciones, participación, entre otras –expuestas posteriormente– se buscará alcanzar este objetivo, donde la sociedad se empodere de los aspectos ambientales del territorio, problemáticas y soluciones, y asuma actividades de corresponsabilidad.

2.5.3.6. Ordenamiento y gestión de la ciudad–región

Con este objetivo se intenta participar desde la perspectiva ambiental en la construcción compartida de la ciudad–región, orientando las decisiones desde una perspectiva regional.

Lo anterior se logrará en cuanto se entienda que la gestión ambiental, como se ha mencionado anteriormente, se debe desarrollar en torno a unas escalas geográficas y administrativas de estructura y funcionalidad, como la ciudad consolidada, las áreas rurales, los municipios aledaños y en general la región capital en la que todos ellos convergen.

Para esto, deben tenerse de presente los instrumentos de planeación ambiental y en general todos los referentes a la ordenación del territorio, como los planes y esquemas de ordenamiento territorial de los municipios, los planes de desarrollo local, el Plan de Gestión Ambiental Regional, entre otros que deben articularse partiendo de las coyunturas y necesidades particulares del territorio.

2.6. Estrategias

Son los lineamientos que orientan la gestión ambiental en el Distrito Capital hacia el logro de los objetivos ambientales, a la vez que perfilan el método particular por el cual el Plan de Gestión Ambiental los desarrolla, de acuerdo a los instrumentos de planeación ambiental.

Estas estrategias son Investigación; Información y comunicaciones; Educación ambiental; Participación; Fortalecimiento institucional; Sostenibilidad económica; Cooperación y coordinación interinstitucional; Control y vigilancia; Manejo físico y ecourbanismo.

2.6.1. Investigación

El objetivo fundamental de esta estrategia es construir conocimiento en materias ambientales, suministrar información científica y técnica para la planificación y la gestión y desarrollar nuevos y mejores procedimientos en el marco de la gestión ambiental.

El desarrollo de la estrategia de investigación se fundamenta en el Principio 6 del Artículo 1 de la Ley 99 de 1993: *“La formulación de las políticas ambientales tendrán cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente”*.

Además, está en contexto con el concepto de investigación ambiental planteada por el Consejo Nacional Ambiental, en términos de que *“es aquella que se ocupa del estudio del entorno físico-biótico, de su relación con la estructura sociocultural, y de las dinámicas que tal relación conlleva. [...] la investigación y el conocimiento del ambiente son parte integral de la vida cotidiana de las poblaciones, y deben ser la base para la construcción de las relaciones armónicas con sus respectivos entornos [...]”*²⁰.

Esta estrategia se soporta no solamente en iniciativas al interior de las instituciones sino en la vinculación de actores externos, como las universidades e institutos, destacando para el Distrito Capital el importante papel que juega la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el Jardín Botánico José Celestino Mutis, soportando académica y conceptualmente los procesos.

La academia tiene una gran responsabilidad e injerencia en torno a la gestión ambiental del territorio, pues *“como entidad docente e investigadora,*

20. Política Nacional de Investigación Ambiental. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Ministerio del Medio Ambiente y Colciencias. Bogotá, 2001. P. 5

debe ser el principal agente de cambio que proporcione respuestas a los problemas y a los retos de la sociedad actual. Sus principales objetivos, que consisten en alumbrar nuevos paradigmas que expliquen la realidad, en experimentar científica y tecnológicamente las soluciones a dichos problemas y en capacitar las personas que deben emprender este cambio [...], [...] como la promoción de la innovación de nuevos modelos de sostenibilidad, la utilización de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación o la necesidad de definir indicadores de seguimiento que permitan evaluar los logros alcanzados”²¹.

Los estudios sistemáticos de los procesos urbanos y regionales, abordados desde diferentes enfoques teóricos y metodológicos, han estado a cargo de una comunidad científica creciente y cada vez más comprometida con su tarea de generar conocimiento sobre los problemas de las ciudades y regiones del país y contribuir a su solución. Desde inicios de la década de los noventa, un sector muy representativo de esta comunidad se agrupa en la Asociación Colombiana de Investigadores Urbano Regionales (DNP- ACIUR, 1998), que a partir de 1998 publica regularmente la Revista de Estudios Regionales y Urbanos “Territorios”, recientemente incorporada en el índice de publicaciones científicas nacionales elaborado por Colciencias. De manera más específica y en el marco de la Red Colombiana de Formación Ambiental, en 1993 se organizó la Red de Estudios Ambientales Urbanos que propuso e implementó el Programa Nacional de Estudios Ambientales Urbanos²².

Desde los lineamientos propuestos por el Ministerio de Medio Ambiente en el 2002²³, en términos de investigación ambiental urbano regional, se puntualiza que *“Dado el relativo desconocimiento que se tiene de las nuevas realidades urbano regionales en el país, una primera línea temática de los programa a formular, deberá ser el estudio de las características y tendencias de los recientes procesos de conformación de áreas metropolitanas y corredores urbanos, así como la búsqueda de la mejores alternativas institucionales, políticas y económicas para su planeación y gestión”.*

“De manera complementaria deberá incluirse el análisis de la correlación entre las áreas metropolitanas, corredores urbanos y centros industriales y las ecorregiones estratégicas tanto del orden nacional como regional, que a la fecha se han demarcado, considerando particularmente el potencial impacto o impactos de las actividades económicas urbanas sobre los ecosistemas y biomas presentes. Con estos estudios,

21. Gutiérrez, Benayas, y Calvo, 2006:56.

22. Ángel y Velásquez, 1993.

23. Lineamientos ambientales para la gestión urbano regional en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, 2002.

se buscará llegar a la definición de unas ecorregiones que incorporan los ambientes urbanos, las cuales, en su identificación, establecimiento y delimitación, podrían servir como unidad territorial de gestión para la implementación de los lineamientos ambientales urbanos regionales desarrollados”.

De la misma forma, como referencia se pueden citar algunas de las acciones y/o observaciones planteadas en la Agenda 21 para el desarrollo de investigación, como:

- Ampliar y hacer más abierto el proceso de adopción de decisiones, así como el ámbito de discusión de desarrollo y medio ambiente en que pueda tener lugar la cooperación a todos los niveles entre la comunidad científica y tecnológica y los encargados de adoptar decisiones.
- Mejorar el intercambio de conocimientos y preocupaciones entre la comunidad científica y tecnológica y el público en general, para que las políticas y programas puedan formularse, comprenderse mejor y recibir más apoyo.
- Fortalecer los servicios de asesoría científica y tecnológica por la inclusión de la ciencia y la tecnología en las políticas y estrategias de desarrollo sostenible.
- Mejorar y fortalecer la difusión de los resultados de las investigaciones en las universidades e instituciones de investigación.

59

2.6.2. Información y comunicaciones

El principal objetivo de esta estrategia es permitir y favorecer el ejercicio del derecho fundamental a recibir información veraz e imparcial; el derecho a acceder a los documentos públicos y del deber de la persona y del ciudadano de velar por la conservación de un ambiente sano; conocer la gestión ambiental de manera accesible a todos los ciudadanos, formar opinión pública y generar un contexto favorable y motivador para la misma, que permita su control social.

En primer lugar, se puede mencionar la relevancia e implicaciones del tema de la gestión de la información y del conocimiento, en cuanto *“el conocimiento y la información sobre el estado del ambiente y de los recursos naturales renovables y sobre las causas que afectan su protección, conservación, restauración y sostenibilidad, así como sobre los factores que los deterioran, se constituye en un instrumento indispensable para la toma de decisiones, la formulación de políticas, la elaboración de normas y fijación de estándares, la planificación y ordenamiento ambiental, la participación ciudadana, la evaluación de impactos ambientales,*

la programación de actividades productivas, la identificación de tendencias, el pronóstico y la predicción de alertas ambientales, y en general para contribuir a una gestión ambiental eficiente y sostenible.

Por ello, cada día crece la necesidad de los Estados y de la sociedad, de obtener información confiable, oportuna, accesible y suficiente sobre los recursos naturales y elementos ambientales que inciden en su bienestar, desarrollo y seguridad”²⁴

Sin embargo es importante agregar, como afirma Wilches (2007), que para que la participación de la comunidad sea eficaz, ésta debe contar con información pública y efectiva, incluyendo una característica primordial como la *oportunidad*, es decir, información disponible para todos los actores cuando y donde se necesite, garantizando su difusión y discusión; deben existir criterios de *calidad* en su contenido y forma, debe ser *clara* y *comprensible*.

Esta estrategia debe abordarse desde la información reportada por las entidades del SIAC y debe enfocarse hacia el fortalecimiento del Sistema de Información Ambiental –SIA, que es una de las principales fuentes de información para el Sistema de Indicadores de Gestión Ambiental del Distrito Capital –SIGA, los cuales serán registrados y alimentados permanentemente en el Observatorio Ambiental de Bogotá–OAB. La construcción de estos indicadores será responsabilidad de cada entidad del SIAC, sin embargo, la Secretaría Distrital de Ambiente coordinará el registro y reporte de los mismos.

Teniendo en cuenta lo anterior:

- El SIA es el conjunto de personas, procedimientos, formatos, equipos y aplicaciones que sostienen el flujo de información sobre el ambiente y su gestión en el Distrito Capital, dentro y entre las entidades del SIAC y el Distrito Capital, entre éstas y la ciudadanía, y entre el Distrito Capital y el SINA, para la aplicación y seguimiento participativos del PGA y la socialización de la información y la responsabilidad ambiental.
- El SIGA es el conjunto de indicadores que permiten el seguimiento y la evaluación de las acciones y logros de las políticas ambientales y de los instrumentos de planeación ambiental en el Distrito Capital, así como al desempeño de las entidades ejecutoras del SIAC. Además de ello, contiene indicadores relacionados con el monitoreo del estado del ambiente y de los efectos ambientales del desarrollo del Distrito Capital.
- El Observatorio Ambiental de Bogotá es un espacio donde se conoce, se

24. IDEAM, 2002. SIAC Tomo I.

analiza y se evalúa, a través de dichos indicadores, la gestión y avance en el proceso de desarrollo sostenible de la ciudad y su área de influencia.

En segundo lugar, el desarrollo de la estrategia en cuanto a comunicaciones utilizará todos los medios audiovisuales al alcance para posicionar el tema ambiental dentro de las entidades y en el Distrito Capital, socializar la información actualizada del estado de los recursos ambientales, dar a conocer las normas, reconocimientos o sanciones ambientales. Así mismo, encaminará su objetivo a la divulgación de políticas, programas, proyectos y actividades, a la promoción de publicaciones y a la actualización permanente de la página Web.

Comunicación y educación son estrategias transversales dentro del PGA, ya que entre ellas apoyarán la ejecución de herramientas comunicativas para la difusión de la información y el fortalecimiento de los procesos educativos y participativos en torno a la gestión ambiental, así como la elaboración de piezas comunicativas que permitan informar a la ciudadanía en general sobre temas ambientales y el desarrollo de actividades, campañas, eventos y celebraciones del calendario ecológico, que permitan interactuar con la ciudadanía y aportar a la construcción de una cultura ambiental.

En términos generales, esta estrategia permitirá consolidar aspectos como:

- Construcción de visiones integradas con prospectiva para la planeación y acción a corto, mediano y largo plazo.
- Toma de decisiones fundamentada en información veraz y oportuna.
- Atención eficiente, eficaz y efectiva de las necesidades, requerimientos y expectativas de los diferentes sectores sociales.
- Disponibilidad de la información y conocimiento en tiempo real.
- Capacidad de analizar, clasificar, modelar y relacionar sistemáticamente datos e información sobre valores fundamentales para la sociedad.
- Contribución en la garantía para el ejercicio del derecho a acceder a los documentos públicos y a recibir información veraz e imparcial.
- Facilidad en la formación de opinión pública, la apropiación social del conocimiento y finalmente la materialización de la democracia.
- Incentivo en el ejercicio del deber de la persona y el ciudadano a velar por un ambiente sano.

2.6.3. Educación ambiental

El objetivo fundamental de esta estrategia es construir conceptos y valores comunes que faciliten la interlocución y cooperación entre los distintos actores públicos y privados de la gestión ambiental del Distrito Capital y la región. De igual forma, promover cambios voluntarios de actitud y conducta de los habitantes de la ciudad, que mejoren su interacción con el ambiente, aprovechar los elementos del ambiente y su manejo para promover el desarrollo humano integral, enriquecer la cultura de Bogotá y la región con conceptos, valores y vivencias basados en las potencialidades ambientales del territorio.

Desde una visión sistémica y holística del ambiente, y con un enfoque de tipo preventivo, esta estrategia acompañará otras estrategias del PGA, como “control y vigilancia” y “manejo físico y ecourbanismo”. Sin embargo, lo que realmente hace que la educación sea “ambiental”, como lo afirma Wilches (2006), es que se fundamente en un sistema de valores y que reconozca como su objetivo fundamental, la apropiación y aplicación de esos valores en todos los actos de la vida cotidiana.

Para el desarrollo de esta estrategia es necesaria la vinculación e integración de diferentes actores como la comunidad educativa, la sociedad civil, las ONG, entidades gubernamentales, universidades, líderes comunitarios y demás actores que tienen incidencia en los procesos de educación ambiental, fundamentales en la construcción colectiva de conocimiento, desde lo cotidiano de manera que incida hacia comportamientos, hábitos, actitudes y valores favorables con el ambiente, incentivando a la comunidad en la construcción de una cultura responsable y fraternal con las dinámicas ambientales del Distrito Capital.

La estrategia de educación ambiental apunta al desarrollo de la Política Pública Distrital de Educación Ambiental –PPDEA, que es un instrumento relevante para la construcción de una nueva ética ambiental que coadyuve a la mejora de las condiciones de vida de quienes transitan, disfrutan y habitan en el Distrito Capital, a partir del reconocimiento de procesos y relaciones territoriales, históricas, simbólicas y socioculturales, desde las cuales, se contextualizan y territorializan las situaciones ambientales (problemáticas, potencialidades o conflictos) y las acciones pertinentes para su abordaje.

En el marco de dicha política están establecidas instancias de gestión y participación como el Comité Interinstitucional de Educación Ambiental –CIDEA y los Comités Locales de Educación Ambiental –CLEA. El CIDEA

entendido como espacio pedagógico que orienta y coordina los procesos de educación ambiental y la gestión para el desarrollo de la PPDEA. Los CLEA, por su parte, entendidos como las instancias de participación para la gestión de la educación ambiental, que permiten la descentralización y operatividad del CIDEA distrital en términos de organización y fortalecimiento de los procesos de educación ambiental en las localidades.

Dentro de la proyección del CIDEA es importante destacar la responsabilidad que ejerce la secretaría técnica de éste, liderada por las secretarías de Educación y de Ambiente, las cuales prestarán la asesoría a las demás entidades para el desarrollo de la estrategia y a las instituciones educativas para la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo y la formulación de los Proyectos Ambientales Escolares –PRAE en el desarrollo del Acuerdo Distrital 166 de 2005, *“por el cual se crea el Comité Ambiental Escolar en las Instituciones Educativas”*.

Además de las instancias mencionadas, la PPDEA presenta las siguientes estrategias:

- Aulas ambientales: Estrategia de educación ambiental no formal e informal, que busca fortalecer sujetos políticos con capacidad de apropiación social del territorio, de intervención y movilización social para mejorar la calidad de vida de la población y las condiciones de su entorno. Las Aulas ambientales buscan convertirse en escenarios abiertos de educación e investigación para la ciudad.
- PROCEDA: Orienta y apoya los Procesos Ciudadanos de Educación Ambiental en el distrito, que *“son entendidos como proyectos continuos de educación no formal, inscritos en un proceso de transformación y construcción de nuevas dinámicas sobre el territorio; así mismo los PROCEDA buscan acercar al ciudadano del común a problemáticas ambientales en lo local, lo regional, lo nacional y lo global, proponiendo el cambio de las prácticas de vida de los sujetos frente a su entorno”*.
- Senderismo y Ecoturismo: Es una estrategia en educación ambiental que busca orientar las acciones pedagógicas a seguir para la implementación de estas prácticas de forma controlada y dirigida, produciendo un mínimo impacto sobre los ecosistemas, respetado el patrimonio cultural y natural, propendiendo por el reconocimiento y apropiación de la ciudad con los actores involucrados. Se articula con la estrategia de Manejo Físico y Ecourbanismo, con la identificación de “hitos ambientales” que rescaten y posicionen el patrimonio ambiental como referentes importantes para

los ciudadanos; el rescate del saber ancestral, popular y tradicional como valor agregado de la riqueza ambiental de Bogotá.

- **Gestión empresarial para la educación ambiental:** Es el conjunto de acciones, estrategias, procesos y actividades que permitan vincular de manera participativa a los gremios y empresas del sector privado y mixto a procesos, proyectos y programas de educación ambiental en la ciudad, en el marco de la Responsabilidad Social Empresarial –RSE.

De la misma manera, esta estrategia de educación ambiental aportará a la inclusión de la dimensión ambiental en la educación superior identificando, asesorando y validando las diferentes iniciativas propuestas o construidas con las universidades de acuerdo con sus funciones sustantivas de docencia, investigación y proyección social, así como las de gestión ambiental institucional y ordenamiento físico de los campus universitarios.

2.6.4. Participación

El principal objetivo de esta estrategia es fortalecer, captar y retroalimentar el aporte de los distintos actores en torno a los objetivos ambientales del PGA; optimizar los flujos de información y la coordinación entre los distintos actores involucrados en la gestión ambiental de Bogotá D.C., y la región; fortalecer los mecanismos de autocontrol como base de la gestión ambiental; enriquecer el desarrollo y mejorar el desempeño de cada uno de los participantes en la gestión ambiental distrital.

La participación ciudadana es un proceso dinámico que permite la intervención de los ciudadanos en la construcción física y conceptual de la ciudad y de su entorno rural y regional. Se entiende como *“...una forma de intervención social que le permite a los individuos reconocerse como actores, que al compartir una situación determinada, tienen la oportunidad de identificarse a partir de intereses, expectativas y demandas comunes y que están en capacidad de traducirlas en formas de actuación colectivas, con una cierta autonomía frente a otros actores sociales y políticos”*.

De acuerdo con los Lineamientos para la Política Nacional para la Participación Ciudadana en la Educación Ambiental (MAVDI, 1998), dentro de los principios básicos de destaca que la participación constituye un proceso continuo, colectivo y de largo plazo, que debe permitirles a los actores acopiar y procesar la información necesaria y convertirla en decisiones concretas dentro de procesos determinados. Además, la participación en la gestión ambiental debe contribuir a la construcción de una cultura participativa por parte de un número cada vez más amplio de actores sociales, y a generar las

condiciones que posibiliten la paz en Colombia y así mismo, la participación constituye un requisito sin el cual no es posible alcanzar la sostenibilidad.

Por lo anterior plantea el Ministerio de Medio Ambiente²⁵ que el desarrollo sostenible debe garantizar la participación democrática de los actores involucrados en la planeación, gestión y administración de los centros urbanos y las regiones; hacer efectivo el derecho de los ciudadanos a una vida saludable y productiva, en armonía con la naturaleza; y dar prioridad a las acciones de prevención de desastres y de mejoramiento de la calidad ambiental de las poblaciones que habitan las zonas de alto riesgo.

Esta estrategia se abordará en dos sentidos, desde la gama amplia de formas, mecanismos y espacios de participación²⁶, hasta el tema específico de la descentralización administrativa y los mecanismos formales de la misma, como las Unidades Ambientales Locales, que permiten el acompañamiento y la asistencia técnica conceptual por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente en las localidades.

La estrategia busca incentivar, ordenar y priorizar la gestión ambiental con base en la participación cualificada, amplia y activa, estructurada y reconocida y la construcción colectiva del territorio. La visión a largo plazo es impactar significativamente en la gestión ambiental priorizando y armonizando las iniciativas institucionales y populares, acordes con las escalas de la planificación en las unidades territoriales y regionales homogéneas.

Además, buscará fortalecer las funciones de control y vigilancia como apoyo a la autoridad ambiental, con base en el control social y la organización pública local, para lo cual es necesario incentivar el reconocimiento de las instancias de decisión, representatividad y participación.

Desde esta estrategia es importante socializar y construir las políticas y los instrumentos de planeación y gestión ambiental, armonizando los niveles distritales y locales, asesorando y acompañando la formulación de los Planes Ambientales Locales, que en el largo plazo permitan el fortalecimiento del componente ambiental en lo local, así como la coordinación de la gestión

25. Lineamientos ambientales para la gestión urbano-regional en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, 2002.

26. **Formas:** Delegación, desconcentración, cogestión, consulta, control social, etc.

Mecanismos: derecho de petición, acciones populares, acciones de cumplimiento, audiencias públicas, etc.

Espacios de participación: Juntas de Acción Comunal, Juntas Administradoras Locales, Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Consejo Consultivo de Ordenamiento Territorial, Comisión Ambiental Local y un sin número de espacios que se conforman según temáticas específicas, como de educación, humedales o ruralidad.

ambiental de las entidades distritales en el ámbito local. Se busca que las comunidades sean parte de la solución a la problemática, por tanto, la participación va de la mano con la estrategia de educación, generando procesos de capacitación y formación para la comunidad, con el fin de garantizar una intervención cualificada, de mayor cobertura, ordenada y reconocida en las diferentes instancias de participación.

De la misma manera, atiende a un mandato concreto del gobierno central y reconoce la necesidad de favorecer nuevas formas administrativas de gobierno que consultan objetivamente las necesidades más sentidas de la comunidad dentro de un cierto espacio geográfico; incentiva la adopción de mecanismos regulados para la provisión de bienes y servicios de utilidad pública desde los gobiernos locales y la consolidación de la participación como estrategia de cohesión y formación ciudadana en materia de convivencia y productividad.

Con la participación se trabajará en la construcción de un modelo de gestión ambiental que permita atender las demandas ciudadanas, de forma ágil y con efectividad, donde se tenga perfecta claridad de competencias y funciones ambientales entre lo local y el sector ambiental distrital, considerando el marco legal vigente y las propuestas de la administración central en torno a su reforma, así como fortalecer la democracia local participativa y representativa y optimizar la oferta institucional a los ciudadanos en las localidades.

2.6.5. Fortalecimiento institucional

El objetivo fundamental de esta estrategia es optimizar el desarrollo de actividades de la gestión ambiental por parte de las instituciones, propiciando los cambios normativos, técnicos, administrativos y organizacionales que sean necesarios.

Busca el diseño, actualización, articulación y la puesta en marcha de los instrumentos de planeación ambiental y de la formulación de políticas ambientales o con injerencia ambiental en el Distrito Capital.

La gestión ambiental es una responsabilidad pública que corresponde a las instituciones gubernamentales, garantizando la inclusión de todos los sectores sociales y la sustentabilidad de la ciudad. Las políticas públicas, en materia de diseño, planificación y construcción sostenible para Bogotá, deben adaptarse al carácter dinámico y evolutivo de las necesidades de sus habitantes, presentes y futuros, y al medio ambiente urbano.

Para adelantar la gestión ambiental en el Distrito Capital, además del aporte interdisciplinario, se requiere de la colaboración de las diferentes entidades y organizaciones que operan en la región, a quienes cabe la responsabilidad en el manejo adecuado de su entorno.

La estrategia busca, entonces, robustecer la gestión institucional integral tendiente a optimizar el accionar de la dimensión ambiental en el D.C., con la dotación de herramientas técnicas, administrativas y operativas que aseguren su desarrollo estratégico para el cumplimiento de la misión encomendada a cada sector o entidad de la administración.

De la misma manera, fortalecerá la gestión institucional de las entidades del Distrito Capital a través de mecanismos efectivos de atención al ciudadano, para responder las inquietudes y solicitudes, así como para operar adecuadamente un sistema de gestión documental que permita atender oportunamente los requerimientos de los usuarios.

2.6.6. Sostenibilidad económica

Esta estrategia fundamenta su ejecución en el uso de las diferentes herramientas para gestionar el adecuado manejo del medio ambiente, desde los estímulos de mercado (incentivos financieros e instrumentos económicos) hasta la planificación centralizada tipo comando y control (imposiciones de tecnologías específicas y cantidades permitidas de extracción o emisión fijadas por el estado, etc.).

En la implementación de la estrategia de sostenibilidad económica se debe combinar la búsqueda de recursos financieros con el efecto que tiene cada una de las clases de herramientas de la política ambiental que se utilice. Las herramientas de tipo comando y control, prohíben e imponen un comportamiento a los agentes económicos, reducen el conjunto de opciones a los que se enfrentan; mientras que los instrumentos económicos buscan generar cambios de actitud en los individuos respecto al uso de los recursos naturales y permiten al agente afectado elegir entre degradar el medio ambiente pagando un precio por ello o en su caso no hacerlo y recibir la recompensa económica correspondiente.

Adicionalmente, la estrategia de sostenibilidad económica debe procurar que las diferentes herramientas que se utilicen o diseñen como herramienta de política ambiental observen los principios de eficiencia, eficacia, flexibilidad y equidad, los cuales pueden estar interrelacionados:

La implementación de la estrategia de sostenibilidad económica se realizará mediante la ejecución de las siguientes líneas:

- Promover el diseño e implementación de instrumentos económicos para compensar las actividades de preservación y conservación que ejecute la comunidad, previo acuerdo contractual.
- Realizar la valoración económica de los impactos ambientales para determinar el monto de la compensación a cobrar, con el fin de lograr recursos financieros para reinvertir y mitigar en parte el daño causado.
- Apoyar la formulación de herramientas de política ambiental a través del diseño e implementación de incentivos económicos para la conservación y el desarrollo sostenible.
- Evaluar las herramientas de política ambiental que permiten el recaudo de recursos financieros, desde el punto de vista de la eficiencia, eficacia, flexibilidad y equidad.
- Análisis y evaluación económica de los pasivos ambientales y la oportunidad de la ejecución de las obras o el recaudo.
- Apoyar la búsqueda de nuevas fuentes de recursos para financiar la gestión ambiental.

2.6.7. Cooperación y coordinación interinstitucional

El objetivo fundamental de esta estrategia es potenciar la gestión ambiental mediante la unión y la visibilización de los esfuerzos y recursos, la operación coordinada entre las entidades del Sistema Ambiental del Distrito Capital –SIAC y en general del Distrito Capital.

En primer lugar, se buscará aunar recursos técnicos, humanos y financieros mediante la suscripción e implementación de convenios y acuerdos, que promuevan e impulsen los procesos orientadores de los criterios de sostenibilidad ambiental urbano regional entre las entidades distritales de acuerdo con sus competencias y sus áreas de influencia.

En segundo lugar, la gestión ambiental parte del principio de corresponsabilidad desarrollado en el Decreto 456 de 2008, que incluye la responsabilidad de todos los actores, por lo tanto se requiere de la participación de los mismos, en especial los actores de la administración distrital en las instancias de coordinación interinstitucional.

Dentro de las instancias de coordinación ambiental del Distrito Capital se identifican el Sistema Ambiental del Distrito Capital –SIAC y la Comisión Intersectorial para la Sostenibilidad, la Protección Ambiental y el Ecorurbanismo del Distrito Capital –CISPE.

El SIAC es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que realizan, direccionan y propenden la gestión ambiental del Distrito Capital. Por su parte, la CISPE, reglamentada a través del Decreto Distrital 546 de 2007, es el escenario idóneo para facilitar la coordinación en la formulación e implementación de políticas, estrategias y planes distritales.

Una figura importante en la coordinación interinstitucional de la gestión ambiental distrital es el rol del “gestor ambiental”, establecida mediante Acuerdo Distrital 333 de 2008 y reglamentada por el Decreto 243 de 2009. El objetivo principal de esta iniciativa es contar con un responsable de la temática ambiental en cada una de las entidades distritales, quien actuará como referente de las acciones e intervenciones ambientales en la ciudad y que dentro de sus funciones, entre otras, coordinará la elaboración del PACA y del PIGA de su respectiva entidad.

2.6.8. Control y vigilancia

El principal objetivo de esta estrategia es monitorear y hacer seguimiento a los objetivos, determinantes y variables ambientales; revisar, formular y adoptar normas ambientales y acciones pedagógicas y coercitivas.

Se aborda desde dos enfoques, el primero se dirige al cumplimiento de los parámetros legales ambientales, es decir, a la defensa de los derechos ambientales colectivos e individuales amparados por la aplicación de las normas vigentes frente al detrimento que puedan causar actuaciones particulares, mediante acciones de tipo coercitivo necesarias para el control del infractor ambiental. En este caso, el ejercicio del control debe ser en positivo, es decir, que apunte hacia la conducta deseada, propiciando mecanismos que faciliten su cumplimiento y destacando en primer lugar a quienes cumplen, antes que al infractor. Para ello, es necesario el acompañamiento de la estrategia de información y comunicación, tanto para la socialización de las normas, como para la comunicación del reconocimiento o de la sanción.

En segundo lugar se contempla un enfoque de tipo preventivo, encaminado al fortalecimiento del autocontrol y el control social, buscando aportar a la solución de las causas de la problemática ambiental. Esta estrategia es un mecanismo complementario a estrategias como educación, participación e investigación, necesarias para la construcción de códigos voluntarios de autocontrol, pactos ambientales y demás acciones que generen cambios voluntarios de conducta individuales y colectivos, enfocados a la recuperación y conservación del ambiente.

Su relación con la estrategia de investigación se presenta en cuanto al desarrollo de conocimiento de punta, la aplicación de métodos de análisis, la adquisición de instrumentos e innovación de tecnologías, que soporten el ejercicio de la misma y aporte otras herramientas de control ambiental identificadas con base en procesos de investigación, generación de conocimiento y actualización de información para la priorización de acciones, que permiten el ajuste de la normatividad y de lineamientos orientadores de las acciones de evaluación, control y seguimiento a las diferentes actividades efectuadas para la producción de bienes y servicios demandados por la ciudad, con el fin de mejorar los parámetros de calidad.

El enfoque de tipo preventivo tiene otro desarrollo, ya que el infractor se convierte en actor principal del cambio, por tanto es una gestión que en el largo plazo tiene un mayor impacto. La aplicación de los dos enfoques puede darse individual o en conjunto, dependiendo del grado de afectación del recurso y de los procesos ya adelantados con el sector económico abordado.

Control y vigilancia busca mejorar las condiciones ambientales de Bogotá D.C. y, por ende, la calidad de vida de sus habitantes, ejerciendo acciones de evaluación, seguimiento, monitoreo, control y vigilancia a los procesos de desarrollo de la ciudad.

A través de las distintas herramientas de gestión (redes, visitas, monitoreos, entre otros), se podrán identificar, evaluar y cualificar las actividades contaminantes y su grado de afectación a los recursos naturales, las áreas y población afectadas, a fin de lograr la priorización en las acciones a desarrollar.

El seguimiento y monitoreo permitirá también evaluar la eficacia, pertinencia, oportunidad y alcance de la gestión ambiental realizada en el Distrito Capital. En conclusión, la óptima toma de decisiones basada en información ambiental de alta calidad, es un beneficio que redundará en la tarea del sector ambiente, las entidades del SIAC y la comunidad en general.

De otro lado, es necesario proponer las regulaciones y normas y/o políticas ambientales requeridas para prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales derivados de las actuaciones tanto de particulares, como de entidades públicas; brindar la asesoría jurídico-ambiental a las actuaciones administrativas que por competencia deba proponer o expedir la SDA, dotar al Distrito Capital de un compendio normativo ambiental; aplicar los procesos técnico-jurídicos para el cumplimiento de las regulaciones que en materia ambiental apliquen al Distrito en los procesos de evaluación, seguimiento

y control ambiental; así como a dar la orientación jurídico-pública a los organismos no gubernamentales ambientalistas para garantizar el equilibrio entre las actividades productivas dentro del concepto de desarrollo sostenible en la Jurisdicción de la Entidad.

2.6.9. Manejo físico y ecourbanismo

El objetivo fundamental de esta estrategia es orientar con criterios ambientales las decisiones y acciones de ocupación, aprovechamiento y transformación del territorio y los recursos, propias de los distintos actores particulares e institucionales. Comprende también la protección y restauración de ecosistemas estratégicos, la conectividad ecológica, el manejo integral del riesgo, el soporte físico para conductas ambientales deseadas y la ecoeficiencia en el diseño, la arquitectura y el urbanismo.

Incluye un conjunto de acciones públicas encaminadas al desarrollo urbano regional sostenible, que permita una relación armónica entre la oferta natural y la demanda del desarrollo²⁷; de tal forma que se armonicen las tres estructuras de ordenamiento de la ciudad establecidas en el POT (Ecológica Principal, Funcional y de Servicios, y Económica y Espacial). Sin embargo, la oferta natural no sólo debe soportar las provisiones de recursos, sino además la disposición de residuos producto del uso de dichos recursos, es decir, espacios naturales para la disposición adecuada de desechos y de aguas servidas.

En el marco de esta estrategia y específicamente en torno a la Estructura Ecológica Principal, se pueden referenciar las siguientes determinantes ambientales:

- Prohibición del desarrollo de infraestructura en las áreas del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, con excepción de las requeridas para la consolidación de las mismas y que estarán definidas en los planes de manejo ambiental.
- Incremento del área verde de la ciudad, con la incorporación de áreas blandas y semiblandas en el diseño y construcción del espacio público del Distrito Capital.

27. **Por oferta natural se entiende** los ecosistemas, recursos naturales y servicios ambientales soportes de la ciudad-región, entre otros, la estructura ecológica urbano-regional, oferta de recurso hídrico, oferta de recurso energético, oferta de minerales y recursos de construcción, oferta paisajística y de servicios ambientales, seguridad alimentaria.

Por demanda se entiende el desarrollo urbano, económico, social y cultural, entre otros, la construcción del hábitat y la vivienda, movilidad, construcción y operación de redes de infraestructura, redes de servicios públicos, redes de comunicación, equipamientos colectivos, espacio público, procesos productivos, seguridad, integración.

- Incremento de cobertura vegetal de acuerdo a diseños de arborización, basados en criterios técnicos, privilegiando en lo posible el uso de especies nativas, que promuevan la biodiversidad y la oferta de bienes y servicios ambientales.
- Cumplimiento de las normas de manejo y uso de los recursos naturales renovables, establecidas o que se establezcan en los POMCA de las cuencas del Distrito Capital.
- Limitación de la expansión urbana en el área rural del Distrito Capital, a través de la consolidación de una ciudad densa y compacta en el modelo de ordenamiento y la organización de acciones que eviten la conurbación y fortalezca la vocación rural más allá de los bordes.

Cítese como:

Colombia - DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE (DAMA). Protocolo Distrital de restauración ecológica. Bogotá D.C. Disponible en: Centro de Documentación del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA, Carrera 6 N° 14-98, Bogotá



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



El Protocolo Distrital de Restauración, es una guía para la restauración de los ecosistemas nativos que se encuentran o encontraban comúnmente en las áreas rurales del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá y en áreas vecinas o similares del cinturón altoandino.

Si bien, sus principios generales son aplicables en cualquier lugar del país, este manual ha sido diseñado específicamente para los ecosistemas típicos del centro de la Cordillera Oriental, por encima de los 2300 msnm, haciendo énfasis en la franja de los 2600 a los 3400, que corresponde al bosque altoandino y el subpáramo, como franja en la que se concentran la mayoría de las necesidades de restauración del Distrito.

A continuación se presenta todo el protocolo, dividido en secciones:

- 1. **Introducción**
- 2. **Marco conceptual de la restauración ecológica**
- 3. **Clave de especies dinamogenéticas**
- 4. **Fichas técnicas por especie**
- 5. **Clave de tipos de vegetación**
- 6. **Cuadros de restauración: introducción**
- 7. **Cuadros de restauración: (1 al 6)**
 - I Pérdida de caudales en nacimientos y microcuencas abastecedoras.
 - II Agricultura y ganadería semiextensiva de ladera
 - III Desplome de márgenes de cursos de agua
 - IV Inestabilidad de taludes de vías
 - V Suelos degradados por actividad minera
 - VI Asentamientos subnormales en zonas geoinestables
- 8. **Cuadros de restauración: (7 al 12)**
 - VII Expansión urbana subnormal sobre áreas de vocación forestal
 - VIII Incendios forestales
 - IX Urbanización campestre
 - X Degradación de humedales por urbanización
 - XI Deterioro de plantación Inadecuada de forestales introducidas
 - XII Infestación de retamo espinoso
- 9. **Cuadros de restauración: (13 al 18)**

XIII Fragmentación de ecosistemas

XIV Extinción de flora nativa

XV Reducción de habitats para la fauna nativa

XVI Falta de espacios naturales autóctonos para educación y recreación.

XVII Alteración mesoclimática

XVIII Destrucción sociocultural del modo de vida rural

10. Tratamientos de restauración (1 al 9)

- 1.** Plantaciones forestales y protectoras
- 2.** Inducción de matorrales y rastrojos
- 3.** Restauración de bordes de ecotonos
- 4.** Restauración de bosques de claros
- 5.** Rescate de especies amenazadas
- 6.** Restauración de nacimientos de aguas
- 7.** Restauración de microcuencas abastecedoras
- 8.** Cordones protectores de márgenes de ríos y quebradas
- 9.** Barreras cortaviento

11. Tratamientos de restauración (10 al 18)

- 10.** Barreras contra heladas
- 11.** Barreras antigando
- 12.** Cercas vivas
- 13.** Modelos agroforestales
- 14.** Desinfestación de invasión de retamo espinoso
- 15.** Manejo de sucesiones pirogénicas
- 16.** Restauración de ecosistemas en plantaciones forestales de exóticas
- 17.** Jardinería amable
- 18.** Setos y agregados formadores de suelo

12. Tratamientos de restauración (19 al 27)

- 19.** Cubierta protectora
- 20.** Control de focos de erosión severa
- 21.** Protección y estabilización de taludes en vías
- 22.** Cordones ruderales
- 23.** Corredores y estribones de dispersión ornitócora
- 24.** Enriquecimiento de habitats para la fauna silvestre
- 25.** Generación de espacios autóctonos para la recreación
- 26.** Selección de especies para los tratamientos
- 27.** Aplicación local de tratamientos.



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



1. INTRODUCCIÓN

El Protocolo Distrital de Restauración, es una guía para la restauración de los ecosistemas nativos que se encuentran o encontraban comúnmente en las áreas rurales del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá y en áreas vecinas o similares del cinturón altoandino.

Si bien, sus principios generales son aplicables en cualquier lugar del país, este manual ha sido diseñado específicamente para los ecosistemas típicos del centro de la Cordillera Oriental, por encima de los 2300 msnm, haciendo énfasis en la franja de los 2600 a los 3400, que corresponde al bosque altoandino y el subpáramo, como franja en la que se concentran la mayoría de las necesidades de restauración del Distrito.

El Protocolo está dirigido a todas aquellas personas y entidades públicas o privadas, que de una u otra manera se ven interesadas o necesariamente involucradas en la recuperación de nuestros ecosistemas nativos y los valores, bienes y servicios que estos encierran. Debe ser útil para aquellos interesados en recuperar una microcuenca abastecedora o embellecer una finca del modo más natural y también para aquellos que deben tomar a su cargo la prevención, mitigación y reposición de los impactos ambientales ocasionados por los grandes proyectos de desarrollo públicos y privados.

La restauración ecológica es la ciencia y tecnología de apoyo a la regeneración natural de los ecosistemas, para recobrar cualquiera de sus atributos, desde un servicio ambiental o una apariencia, hasta la recomposición de ecosistemas primarios, réplica de los existentes previamente a su destrucción.

Los principios y métodos aquí planteados pueden no coincidir con los de la forestería convencional. Vale la pena aclarar que este no es un manual de reforestación, sino de restauración ecológica, con énfasis en el manejo de la vegetación para tal fin. Algunos agradecerán encontrar aquí alternativas a la monótona reiteración del pino, el eucalipto y la acacia, útiles pero no únicas herramientas.

Se ha hecho un esfuerzo, para exponer el complejo tema de la restauración ecológica en términos y con instrumentos que lo hagan accesible a todos los interesados, procurando no ofender la sensibilidad de los especialistas ni abrumar la buena voluntad de los profanos, que tanto pueden hacer y hacen por conservar habitable el mundo y hasta mejorarlo. Cada día cobra mayor importancia el tema de la restauración y ello es debido tanto al aumento del conocimiento y sensibilidad del público y las instituciones hacia los problemas derivados de la alteración de los ecosistemas, como a la presión que los efectos de dicha alteración ejercen sobre todos, incluso sobre los menos percatados.

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente del Distrito (DAMA) y la Fundación Estación Biológica Bachaqueros colocan esta guía a disposición del público en

general, con el ánimo de encontrar réplicas y asociados dentro del Programa Distrital de Restauración Ecológica, un esfuerzo colectivo por devolver diversidad y balance al desarrollo de Bogotá y su región. La guía trata de no profundizar innecesariamente en detalles técnicos especializados, los cuales, no obstante, pueden ser consultados en los documentos internos del Convenio DAMA - Fundación Bachaqueros. El plan de lectura del Protocolo es simple:

- 1. E**mpieza con un marco conceptual (Sección 2) que da a conocer las definiciones y enfoques más esenciales, de los cuales se derivan las técnicas, estrategias y tratamientos que se presentan en las secciones posteriores.
- 2. A**ntes de reconocer ecosistemas y situaciones, conviene identificar las principales especies vegetales que los constituyen. Para ello se incluye una clave dendrológica (Sección 3) que permite determinar a qué especie pertenece una planta nativa, aunque ésta se encuentre sin flores ni frutos.
- 3. D**ado que la clave anterior le permite reconocer las especies, se añade otra clave (Sección 4) que le permitirá diagnosticar en qué tipo de vegetación se encuentra, según formas, tamaños y especies presentes, así como establecer cuál es su significado en términos ambientales.
- 4. A** modo de caja de herramientas, se presentan en la Sección 5, fichas técnicas que resumen los datos básicos y de manejo de varias de las principales especies nativas bogotanas más importantes para restauración, junto con imágenes para facilitar su reconocimiento.
- 5. P**ara comenzar con la restauración en sí, la Sección 6 presenta dieciocho cuadros de restauración o situaciones típicas, con un diagnóstico de los principales aspectos que hay que tener en cuenta para abordar su restauración.
- 6. E**n correspondencia con estos diagnósticos breves, se presentan en la Sección 7, las fichas técnicas de los tratamientos de restauración a aplicar, con sus diseños y especies recomendadas.
- 7. E**s inevitable emplear varios términos especializados, por lo que al final se adjunta un Glosario (Sección 8), que además de facilitar la lectura puede por sí mismo ser interesante en la aclaración de ciertas nociones fundamentales.

Se espera que esta guía le sea de la mayor utilidad y que usted encuentre muy ameno llevarla a la práctica para que ambas, la guía y la práctica, se mejoren mutuamente.



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



2. MARCO CONCEPTUAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En este marco se reúnen conceptos fundamentales de la ecología general y del campo especializado de la ecología de la restauración. La mayoría de las definiciones están ampliamente homologadas y son tomadas de autores reconocidos. Este marco se ha compuesto pensando en suministrar una base conceptual apenas suficiente al usuario no especializado del protocolo y puede resultar un repaso demasiado somero para el especialista.

En el documento «Mapa - Plan de Restauración Ecológica para las áreas rurales del Distrito Capital», se ha incluido una versión más detallada y extensa de este marco conceptual.

¿Qué es y qué comprende la restauración ecológica?

La sucesión ecológica es el proceso de desarrollo del ecosistema en la dirección de una mayor productividad, biomasa, complejidad, estabilidad y control del ambiente por los seres vivos.

La sucesión se caracteriza por el reemplazamiento de unas especies por otras en un lugar a través del tiempo. Aunque en los ecosistemas terrestres la sucesión vegetal es la más evidente, la sucesión es un proceso de desarrollo y reemplazamientos a todo nivel: físico, biótico y social.

La sucesión puede ser primaria, cuando ocurre sobre un sustrato desnudo, como en el caso de rocas, islas recién formadas o playas meándricas recién depositadas. En estos casos la sucesión discurre desde un medio totalmente físico hasta uno predominantemente biótico. La sucesión secundaria es la que se da en ecosistemas perturbados, comenzando por los remanentes que la perturbación ha dejado, como en el caso de incendios forestales, caídas de árboles en el bosque, talas, etc. En tales casos la sucesión parte del potencial biótico superviviente (semillas, retoños, plántulas, adultos, huevos, larvas, esporas, etc.) y pasando por diferentes estados, recompone el ecosistema en una semblanza del original. Este proceso puede en alguna medida considerarse análogo de la cicatrización, a nivel del ecosistema, que es la forma fácil de entenderlo, para empezar, aunque tal simplificación implica mucha inexactitud.

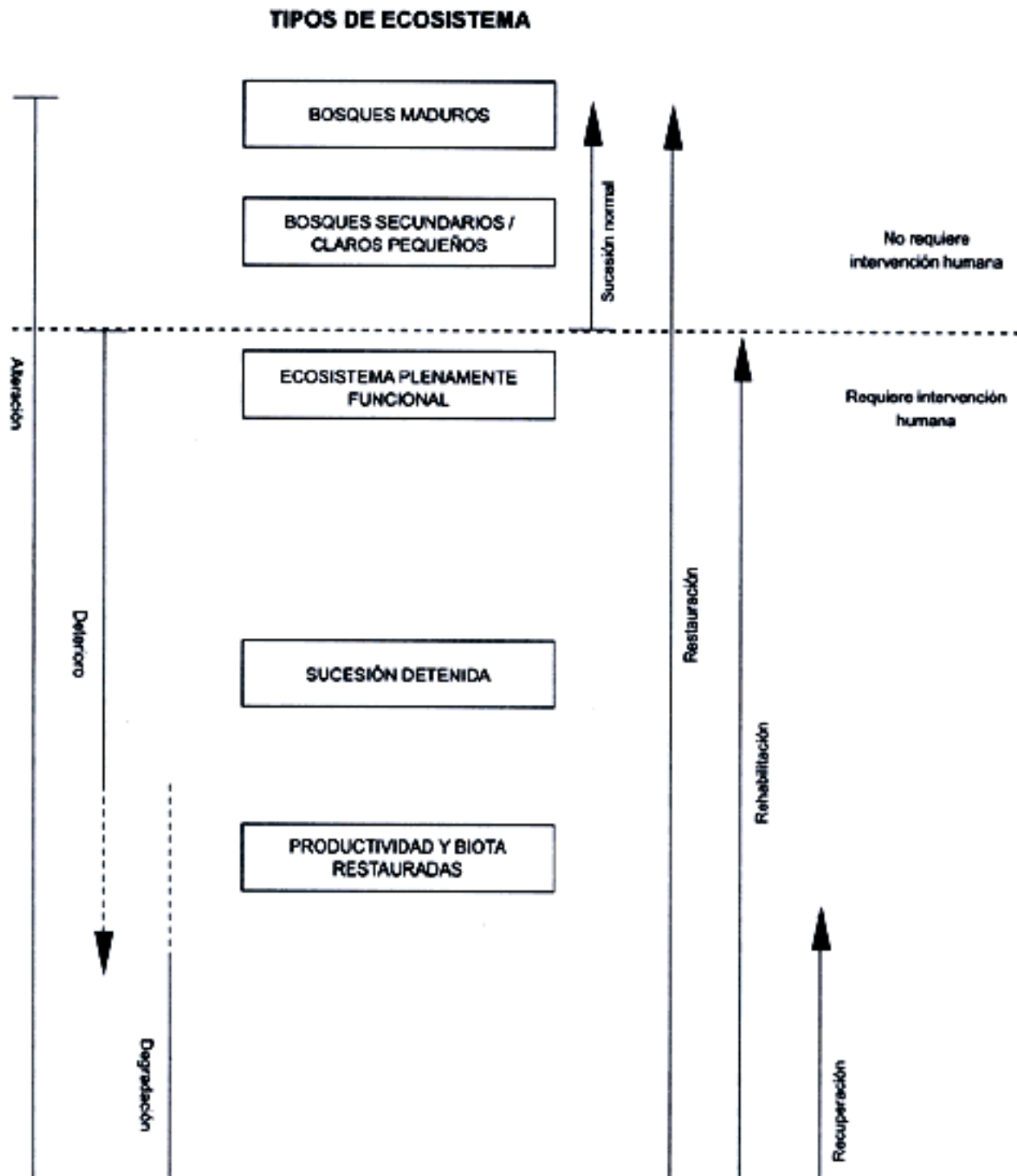
Shantz (citado en Van Dersal, 1938), afirma que: «una profunda comprensión del clímax de la vegetación natural y de los estados secundarios que conducen a su restablecimiento cuando aquél ha sido destruido, es la mejor base para un programa de revegetalización y control de la erosión», luego añade: «Dondequiera uno mira, la naturaleza ha señalado la vía para la recuperación».

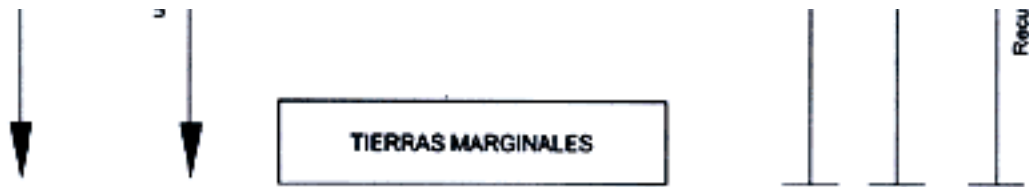
Restauración ecológica es sinónimo de sucesión asistida (o regeneración asistida). La restauración ecológica es el restablecimiento artificial, total o parcial de la estructura y función de ecosistemas

deteriorados por causas naturales o antrópicas. Opera por medio de la inducción de transformaciones ambientales en apoyo a y en la dirección de las tendencias generales de la sucesión, lo que implica el manejo de factores físicos, bióticos y sociales.

En la figura 1, (tomada de Brown & Lugo, 1994) se exponen los conceptos internacionalmente homologados en lo tocante a restauración ecológica. Esta terminología corresponde al consenso internacional que intenta construirse en torno a los conceptos fundamentales de la ecología de la restauración. A continuación los anotamos, acompañados (entre paréntesis) de sus equivalentes originales en inglés.

Figura 1, Conceptos Asociados a la Restauración Ecológica





La alteración (conversión) es cualquier pérdida funcional o estructural del ecosistema a consecuencia de una perturbación. Como se aprecia, los ecosistemas maduros pueden ser alterados en diversos grados. El término empleado por Brown & Lugo, literalmente "conversión", hace referencia al cambio en el uso del suelo y la transmutación de bosques tropicales en terrenos agrícolas o de estos en tierras marginales.

Más allá de cierto punto (línea segmentada), los ecosistemas no pueden regenerar por sí solos en el tiempo requerido por los objetivos de manejo, necesitándose la intervención humana. En tal grado de alteración se habla de deterioro (damage) del ecosistema. Muchos agroecosistemas y sistemas urbanos son ecosistemas profundamente deteriorados y, sin embargo, productivos. Las tierras o ecosistemas deteriorados son incapaces de la recuperación normal hasta las condiciones originales debido a que uno o más de sus atributos clave (suelos, biota, geomorfología, hidrología, etc.) han sido modificados. Pueden producir sin embargo bienes y servicios para la sociedad (Brown & Lugo, 1994).

Cuando la alteración del ecosistema llega más lejos, se pierde la capacidad del mismo para generar bienes o servicios ambientales, lo que se conoce como degradación (degradation) ecosistémica; en el extremo de la alteración, la degradación conduce a la creación de tierras marginales y su salida del ciclo productivo socioeconómico (abandono parcial o total) impulsa la alteración de nuevos ecosistemas vírgenes para satisfacer las demandas de poblaciones crecientes.

La rehabilitación (rehabilitation) es la restauración de ecosistemas deteriorados, hasta el punto en que puedan regenerarse sin apoyo en un tiempo adecuado a los objetivos de manejo. Lo esencial de la rehabilitación es el restablecimiento de los procesos ecológicos esenciales que permiten que el ecosistema se mantenga y regenere por su cuenta.

La recuperación (reclamation) es la restauración del potencial ambiental de un área dada para un uso o conjunto de usos predeterminado, pudiendo tratarse de usos consumidores (ej: agricultura, caza de subsistencia, abastecimiento hídrico) o usos no consumidores (ej: recreación pasiva, ecoturismo, investigación). La recuperación es el intervalo de la restauración que va de ecosistemas degradados a ecosistemas productivos para la obtención de bienes o servicios ambientales y sus métodos y alcances dependen del objetivo económico. La agroforestería, por ejemplo, tiene gran aplicación en la recuperación ambiental.

En un sentido amplio, recuperación ambiental enmarca las estrategias, acciones, técnicas y tecnologías aplicadas a un ecosistema para restablecer en alguna medida los daños económicamente significativos, generados en su estructura (bienes) o su función (servicios ambientales), bien por causa de las actividades humanas o por la ocurrencia de fenómenos naturales.

La restauración (restoration) abarca todo el espectro y cualquier segmento del proceso inverso a la alteración, como actividad humana en apoyo al restablecimiento de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema.

Aunque la restauración implica, por definición, un modelo de ecosistema original no alterado, como meta, no siempre se conduce exactamente así. En ciertos casos el objetivo puede ser la rehabilitación de una función del ecosistema (ej: ciclado de nutrientes) o la recuperación de un servicio ambiental (ej: regulación hídrica) o el rescate de un elemento biológico o cultural (ej: especie amenazada, escenario histórico, práctica tradicional de aprovechamiento, etc.).

Puede ocurrir también que no tenga caso restaurar una vegetación potencial, o un ecosistema primitivo, pues las condiciones ecológicas en general se hallen tan profunda e irreversiblemente alteradas que tal ecosistema no sería viable. Este es el caso cuando el régimen de alteridad (relación hombre-Naturaleza) es tal que no provee el espacio y tiempo necesarios para el desarrollo de la cabal expresión de un ecosistema primitivo.

Schreckenberg *et al.* (1990) definen la restauración como una táctica participativa empleada para devolver áreas degradadas a su condición original y distinguen dos tipos de restauración: activa y pasiva.

La restauración pasiva es la regeneración de un ecosistema por sí mismo cuando se suprimen los factores generadores de la degradación, un ejemplo de este caso es la regeneración natural de ecosistemas que son abandonados luego de recurrentes alteraciones, verbigracia los parches de aprovechamiento forestal en una gran masa boscosa.

Dado que gran parte de la restauración de los ecosistemas terrestres tiene que ver con la regeneración de la cobertura vegetal, suele confundirse restauración con revegetalización, que es el restablecimiento de la cobertura vegetal en la que se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles. La revegetalización estratégica es un enfoque y tecnología de restauración basados en la inducción sucesional y el manejo de factores bióticos y abióticos determinantes de la regeneración natural de la vegetación nativa.

Por otra parte, la reforestación es el restablecimiento de cobertura forestal, independientemente de las especies, métodos y fines con que se haga. La arborización es sencillamente la acción de plantar árboles, con o sin pretensión de conformar cobertura forestal continua.

Enfoque científico y enfoque empírico de la restauración

La restauración ecológica, entendida como el proceso asistido de reparación de los ecosistemas, con distintos métodos y estados finales, de acuerdo con los objetivos del manejador, puede abordarse de dos maneras: científica y empírica, ambas válidas en sus apropiados contextos.

De modo empírico, la restauración puede ser abordada con base en un robusto sentido común, una cuidadosa observación de la naturaleza, una aguda sensibilidad para reconocer sus elementos y procesos (inclusive bajo conceptos vernáculos) y el seguimiento estrecho al proceso de sanación del ecosistema. Esto es viable a pequeña escala, tratándose de un predio, un pequeño humedal, un pequeño foco de erosión, un jardín, etc.

Como puede quedar claro para el que lo haya intentado, la restauración tiene una afinidad más notoria con la jardinería que con la silvicultura industrial o la ingeniería civil. Desde los enfoques naturalistas de la jardinería hasta la restauración ecológica como campo científico-técnico hay una

gama amplia y continua de posibilidades y matices.

Cuando el proyecto de restauración afecta mayor territorio, mayor población, más inversión, más organización e involucramiento interinstitucional, se hace necesario la formalización de los métodos y técnicas, poniendo más énfasis en los modelos y en la investigación formal, que en la intuición y la sensibilidad.

Finalmente, debe recalcar que la exigencia de un profundo conocimiento del ecosistema no pone todo en manos de especialistas ni descarta el aporte de las comunidades locales, pues frecuentemente es en el diálogo de saberes donde puede armarse el rompecabezas de la restauración.

Nativas Vs. exóticas

Los elementos naturales, y particularmente las especies silvestres, evolucionadas y establecidas naturalmente en un medio dado, presentan adaptaciones diversas y únicas a las condiciones del mismo. Este acervo adaptativo representa para el hombre, directamente, una reserva de soluciones al manejo del ambiente, e, indirectamente, surgiendo de la relación de uso, una reserva de medios diversos para su bienestar (materiales, medicamentos, etc.)

Una población vegetal nativa es aquella cuya presencia dentro del territorio se remonta a antes de la conquista europea y que, gracias a ello, cuenta con una adaptación a las condiciones ecológicas locales que le permite sostener sus funciones de mantenimiento, crecimiento, reproducción y variabilidad con los flujos de materia y energía locales, sin subsidio directo por el hombre.

Existen nativas locales, nativas regionales, nativas nacionales y especies exóticas. De acuerdo con todos los autores consultados, en la restauración ecológica debe darse prioridad a la selección de herramientas vegetales en ese mismo orden. Las razones son muchas, pero principalmente el hecho de que la especie nativa, plantada en su posición ambiental y sucesional correcta, es capaz de automantenerse y reproducirse.

Restaurar no es reforestar, es estimular los procesos de regeneración natural, para lo cual es preciso que todas las acciones tengan un efecto multiplicativo. Un pino plantado será siempre un pino hasta que desaparezca, pero un cucharo bien ubicado puede ser un foco expansivo de restauración y, eventualmente, un bosque de cucharos.

Sin embargo, en la literatura sobre restauración ecológica es común la recomendación de acudir a herramientas vegetales exóticas cultivadas o naturalizadas, en ciertas tareas dentro de un proceso de restauración, especialmente en ambientes severamente degradados, donde dichos vegetales pueden contribuir al restablecimiento de la vegetación nativa.

Ninguna especie puede ser "buena" o "mala" si no es por el manejo que se le da. Utilizar el exótico eucalipto en la protección de fuentes de agua, es tan inteligente como emplear el nativo corono (*Xylosma spiculiferum*), con sus bajas y gruesas espinas ramificadas, en la arborización de un parque infantil. Los dos yerros son frecuentes. Si se invirtiera la ubicación, estaría haciéndose un manejo más adecuado a las necesidades sociales y no habría árbol bueno ni malo.

Finalmente, el abuso de cualquier monocultivo, incluso forestal, tiene efectos negativos en la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a mediano y largo plazo (Poore & Fries, 1987), trátase de plantaciones forestales de exóticas como las de *Eucalyptus globulus* o de nativas como las de *Cordia gerascanthus*.

Conceptos fitoecológicos básicos

La vegetación es la matriz estructural y funcional de los ecosistemas terrestres y anfibios. Las funciones vegetales son determinantes de la entrada de energía al ecosistema y la sucesión vegetal genera las estructuras que ordenan los demás elementos y flujos dentro del mismo.

Dada la importancia de la vegetación en la restauración y el correspondiente énfasis del presente protocolo, conviene revisar algunos conceptos fundamentales de ecología vegetal (fitoecología). Las definiciones aquí propuestas pretenden ser útiles al manejo del protocolo, sin que agoten el tema a satisfacción de los especialistas.

La especie es el conjunto de seres vivos que pueden espontáneamente reproducirse entre sí, intercambiando genes para producir descendencia fértil y viable. Aunque parezca sobrar la definición, es frecuente en informes de revegetalización encontrar que "se plantaron 10.000 especies" en un lote de terreno, lo cual, de ser cierto lo pone a la altura de los tres más grandes jardines botánicos del planeta, pero es más probable que se refieran a individuos, pertenecientes a una docena o menos de especies.

El conjunto de individuos pertenecientes a una misma especie que habitan en un área determinada, pudiendo efectivamente intercambiar genes (reproducirse) entre sí, se considera la población de esa especie en esa área: los robles del Virolín, los romeros de Sumapaz, etc. El conjunto de distintas poblaciones vegetales que coexisten en un área determinada, sus interacciones y dinámica constituyen la comunidad vegetal o fitocenosis, que es sinónimo de vegetación, un ente dinámico que cubre la tierra convirtiéndola en biosfera.

La composición de la vegetación por especies se denomina flora. La comunidad puede describirse florísticamente, según las poblaciones que la componen, definiendo distintas asociaciones, comunidades dominadas por dos o más poblaciones, o consociaciones, comunidades con una sola población dominante (ej: asociación de encenillo y canelo, consociación de aliso). Los nombres de las asociaciones suelen darse en latín, derivándolos de los nombres científicos de las dominantes; así el bosque de encenillos (*Weinmannia*) es un *Weinmannietum*, el bosque de alisos (*Alnus*) es un *Alnetum*, frailejonal-pajonal es un *Espeletion-Calamagrostietum effusae* (derivado de *Espeletia* y *Calamagrostis effusa*), lo cual sirve a nivel internacional para homologar términos entre investigadores con el latín taxonómico como código común y, a nivel nacional, para preservar la ciencia del envilecedor contacto con el pueblo y mantener el status pitagórico de los investigadores. Lástima que este aislamiento le resta gloria a la ciencia y servicio a la patria. El presente texto intenta servir de manual aunque no impresione a nadie, por lo que toda vez que sea posible se dirá "encenillal" y no *Weinmannietum*.

El aspecto que la vegetación asume como resultado de la combinación de biotipos (hierbas, arbustos, lianas, árboles, etc.) se denomina fisonomía. La comunidad también puede ser descrita fisonómicamente, según los biotipos que la conforman, definiendo formaciones: el matorral está formado por arbustos, el bosque está dominado por árboles, el pajonal por macollas, el frailejonal por caulirrósulas (biotipo del frailejón). Un tipo de vegetación queda descrito fisonómicamente y

florísticamente, por ejemplo, cuando decimos: bosque de Lauráceas.

Es relativamente fácil definir grandes asociaciones, pues corresponden a comunidades vegetales que mantienen su composición a través de grandes espacios y por extensos intervalos de tiempo, repitiéndose reconocibles en otras áreas con ambientes similares. Estas grandes fitocenosis, se corresponden con los biomas, divisiones más o menos naturales de la biosfera, correspondientes a comunidades de organismos asociados a un ambiente, determinado por el clima (principalmente altitud y latitud) y en menor jerarquía por el sustrato (litología, geoformas y suelo).

Cuando se intenta definir asociaciones menores, que sólo ocurren muy local o transitoriamente, entonces resulta bien difícil definir la identidad y los límites, pues pueden darse muy diversas combinaciones de poblaciones, que en ocasiones reflejan eventos fortuitos más que la asociación regular entre determinadas poblaciones vegetales y entre éstas y un ambiente determinado.

Lo anterior es muy frecuente en zonas fuertemente perturbadas, en donde más que auténticas asociaciones vegetales es muy frecuente encontrar estadios diversos de degradación y regeneración (asociaciones transitorias), cuya composición y fisonomía puede ser más o menos constante o estocástica en el espacio y en el tiempo. Desde 1936 se cuenta con una excelente y concisa discusión al respecto, por parte de Gleason, en el clásico artículo "The individualistic concept of the plant association".

El proceso de establecimiento, crecimiento y reproducción de un individuo o población vegetal en un lugar se denomina ecesis. Cada especie vegetal exhibe una preferencia por determinadas condiciones ambientales, expresables en un rango determinado de un conjunto de variables como humedad, fertilidad, temperatura, radiación, acidez, etc. Este es el rango fisiológico o ambiental de la especie y su punto medio se conoce como óptimo fisiológico, en el cual la adaptación de dicha especie rinde el máximo de productividad, crecimiento, reproducción y vigor.

En la Naturaleza, no obstante, la especie puede verse desplazada de su óptimo fisiológico, por la competencia de otras poblaciones vegetales y el concurso de otros factores bióticos. En condiciones naturales, el segmento de los gradientes ambientales sobre el que una población vegetal exhibe mayor abundancia y desarrollo, se considera su rango ecofisiológico y éste o su punto medio se toman como óptimo ecofisiológico de dicha población.

El nicho de una especie, es definido como la "profesión" de dicha especie dentro de un ecosistema determinado ; también se define como el rango que la especie ocupa dentro de los gradientes ambientales de un ecosistema dado, es decir, su posición con respecto a la humedad, la temperatura, la oferta alimentaria, los ciclos diario y anual, etc., que para las plantas es casi sinónimo de rango ambiental más los atributos y estrategias vitales de la especie.

Para el nicho de algunas especies predomina la adaptación, esto es, que dependen de encontrar el ambiente apropiado, dentro del cual han evolucionado. En el otro extremo de la gama, algunas especies exhiben una gran capacidad para transformar el medio haciéndolo adecuado a sus necesidades ; estas especies se denominan constructivas y en su nicho la adecuación tiene mayor importancia que en el de las anteriores. Al hacer referencia a plantas, las especies constructivas se denominan también especies dinamogenéticas, que son las que construyen la matriz vegetal del ecosistema, dominan cada etapa de sucesional y dinamizan las transformaciones ambientales que son efecto y causa de la sucesión.

De especies constructivas tenemos ejemplos abundantes en pólipos sociales como los corales madreporarios, plantas sociales como muchos árboles, insectos sociales como hormigas y termitas e incluso contamos con ejemplos de prodigiosas adecuaciones del medio entre mamíferos sociales y constructivos, como los castores, perrillos de las praderas, ratas topo africanas y, por supuesto, nosotros mismos.

Volviendo a las asociaciones entre especies, encontramos que los límites entre comunidades rara vez son netos, sino más frecuentemente transiciones graduales. Un cambio gradual en la composición florística de la comunidad de un punto en el espacio a otro es una cenoclina. Un cambio gradual de uno o más factores ambientales (luz, humedad, temperatura, etc.) de un punto en el espacio a otro se denomina gradiente ambiental. Con frecuencia se aprecia cómo la variación del ambiente a través de un eje espacial, es acompañada - reflejada por una variación en la composición de la comunidad sobre el mismo eje: esto es una cenoclina sobre un gradiente ambiental, lo cual se denomina ecoclina.

Una ecoclina puede, por tanto, ser vista como un gradiente espacial de ambientes diferenciales, sobre el cual se distribuyen los rangos ecofisiológicos de las distintas poblaciones vegetales, superponiéndose en diversas medidas, superposición que se interpreta en términos de asociaciones entre especies.

A lo largo de una ecoclina unas especies se hacen más abundantes, mientras otras disminuyen y en ciertos puntos están unas y otras se ausentan ; rara vez se ve un cambio abrupto de un metro al siguiente, pero en los extremos de la ecoclina la vegetación puede ser totalmente distinta (sin especies en común).

El segmento de la ecoclina en que se verifica un cambio de un ecosistema a otro estructural y funcionalmente bien distinto se denomina ecotono (ej: la zona de transición del bosque altoandino al subpáramo) ; en el ecotono dos comunidades vegetales se intergradan en el espacio, dando un paso a la otra. El que una comunidad vegetal se considere como la franja de transición espacial entre otras dos es, en todo caso subjetiva y cuestión de escalas: el manglar puede considerarse como ecosistema lo mismo que como ecotono entre el ecosistema selvático y el marino.

Las transiciones pueden ser, en algunos casos, abruptas, debido a tensionantes naturales o antrópicos, presentándose un borde o límite neto entre dos comunidades (ej: borde del bosque de galería ante la sabana, linde del bosque ante el potrero, etc.).

La ecoclina es un concepto fundamental en ecología vegetal y en restauración. El conocimiento de la ecoclina o ecoclinas de una región permite determinar el rango ambiental de cada población (nótese que se usa el término población, pues la consideramos localmente y no la generalidad de la especie).

Para el manejo de la vegetación en una región, debe partirse de elaborar un modelo de la variación espacial (ecoclinas) y temporal (sucesión) de la vegetación, ubicando cada una de las poblaciones dominantes y sus asociaciones, en estos dos ejes.

Ecoclinas bogotanas

En Bogotá existen una ecoclina vertical (que es la principal) y dos ecoclinas transversales. La ecoclina vertical bogotana se da a través de un gradiente altitudinal variado, el cual se esquematiza en la figura de "gradiente ambiental complejo" expuesta a continuación. Este gradiente va de zonas altas, frías, atmosféricamente húmedas y suelos bien drenados a zonas bajas, cálidas, atmosféricamente secas y suelos mal drenados. Los dos principales factores ambientales de este gradiente son la temperatura (que varía cerca de 1°C cada 100 m de altitud) y el drenaje del suelo, siendo este último la expresión compuesta de textura, estructura, pendiente y nivel freático.

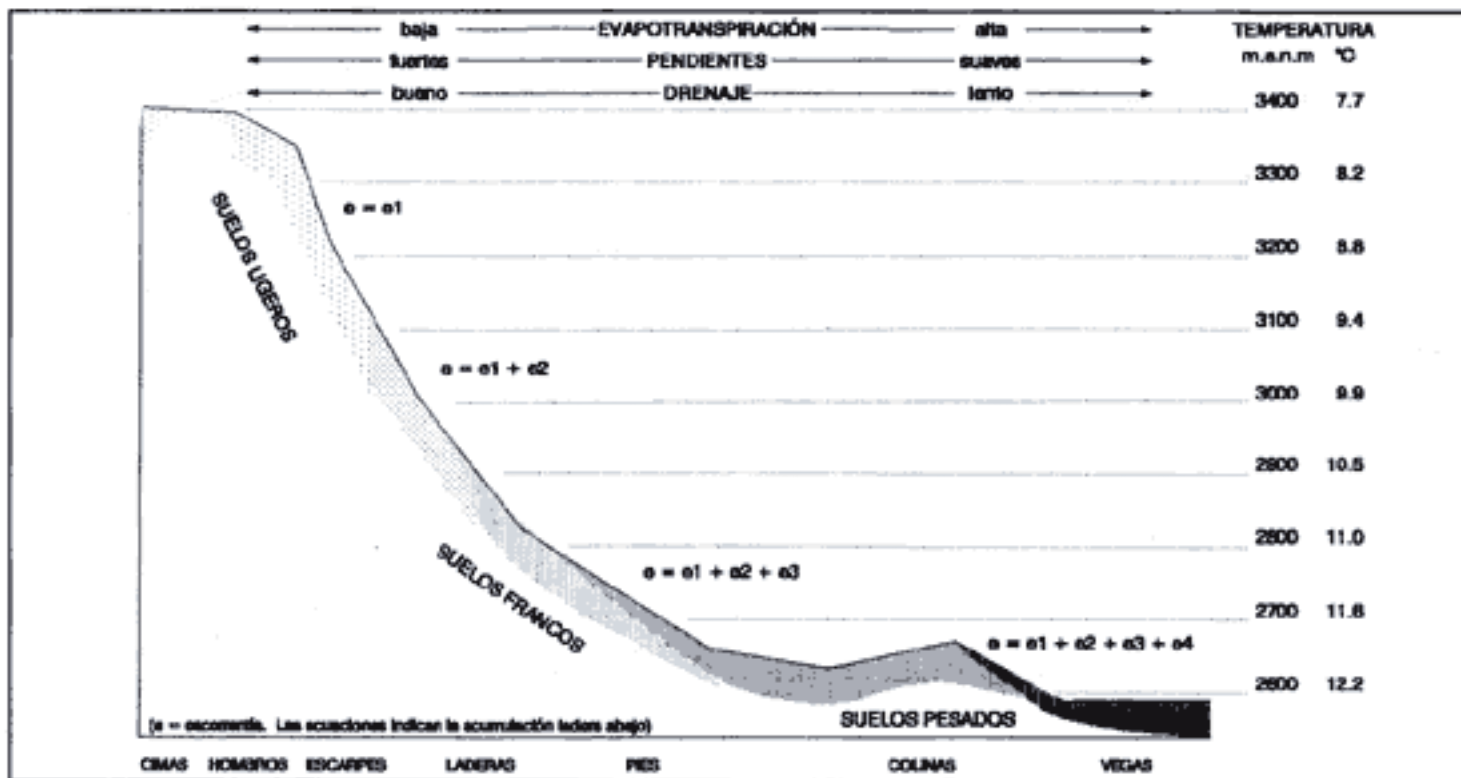
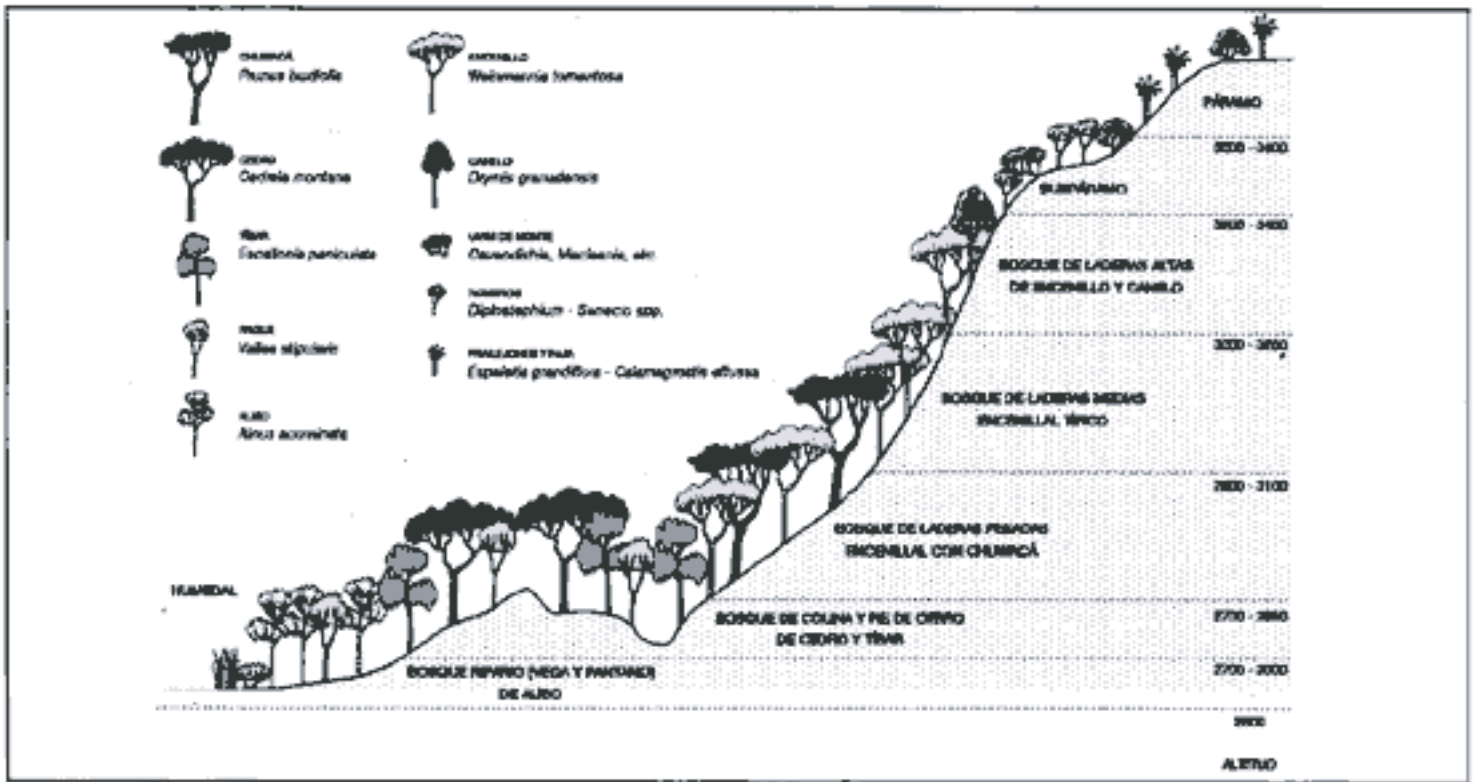


Figura 3, Ecoclina bogotana - Serie de tipos primarios de vegetación sobre el gradiente altitudinal



En la figura de la Ecoclina Vertical Bogotana (ver siguiente página) se muestra el modelo de ecoclina vertical de Santa Fe de Bogotá, con los tipos de vegetación potencial, es decir, como si toda la ecoclina estuviera en su estado primario (una ecoclina así se denomina clisere). En esta ecoclina distinguimos tres formaciones vegetales (tipos por fisonomía): el bosque altoandino, seguido hacia arriba por el subpáramo y el páramo.

Así, si alguna de las laderas de los Cerros Orientales se hubiera preservado hasta nuestros días, la veríamos aproximadamente como la figura insinúa. En las partes bajas juncuales y matorrales pantanosos alternarían con rodales de alisos en todas las vegas, cubriendo la mayor parte del altiplano, los pies de las laderas y las colinas que emergen del altiplano, con suelos un tanto mejor drenados (pero pesados) estarían cubiertas de un soberbio bosque de cedros, entre los que se encontrarían gregies (manchones) de pino romerón, nogal y chuwapá, con abundancia de tíbares y salvio negro hacia las cañadas.

Ascendiendo por laderas bajas, pasaríamos a una transición hacia el encenillal, a medida que los cedros se hacen más escasos y más abundantes los encenillos. Este encenillal bajo estaría mezclado con gregies de chuwapá y hacia las laderas medias, donde los suelos se hacen más ligeros daría paso al encenillal típico. El encenillal típico es una consociación de encenillos con gaque, cucharo, chusque y trompillo como principales subdominantes. En las laderas más altas, en atmósferas muy frías y húmedas, los cucharos y trompillos son reemplazados por el canelo (o ají de páramo). Este encenillal es mucho más rico en uvas de monte y pegamoscos (Ericáceas), pues de hecho está ante la transición del límite superior del bosque al subpáramo, en donde se sitúa el cordón de Ericáceas.

El límite superior del bosque es el límite de la vegetación arbórea continua (como árboles se consideran las plantas leñosas mayores de 6 m). Este límite se sitúa alrededor de los 3200 en vertientes atmosféricamente secas y de los 3400 m.s.n.m. en las vertientes húmedas. Por encima de este límite se extiende el subpáramo, el cual, en palabras de Cuatrecasas, es un mosaico de arbustos y arbolitos donde cada población crece formando manchones de bosques enanos y

matorrales de gran colorido. Esta formación se va fragmentando hacia arriba a medida que se intergrada con el páramo, cuyo tipo distintivo es el frailejónal - pajonal, vegetación principalmente herbácea con abundantes y densos manchones de frailejón y arbustos dispersos.

Sin embargo, esta ecoclina vertical puede verse modificada por el cruce con las ecoclinas transversales. La variación de la vegetación a través de estas ecoclinas está subordinada a la ecoclina vertical, es decir que la variación transversal no es tan fuerte y representa más bien una modificación menor a las franjas de la ecoclina principal.

Existen, principalmente, dos ecoclinas transversales: una de textura del suelo (edáfica) y otra de humedad atmosférica.

Así, si bien en las laderas medias predomina el encenillal típico, existen montañas con material geológico parental de arcillolitas que determinan un suelo más pesado, con lo que puede encontrarse un encenillal con mano de oso como codominante principal. Los cambios de textura en esta ecoclina transversal son fuertemente determinantes de la dirección sucesional y la distribución de las poblaciones vegetales. Aún en tipos subserales (vegetación "joven") el efecto es notorio: los subserales típicos de suelos arenosos son dominados por romero blanco y uva camarona, mientras que yendo hacia suelos más pesados (a la misma altitud) se aprecia un reemplazamiento gradual por laurel hojipequeño y uva de anís, respectivamente. La ecoclina transversal edáfica se acentúa a pequeña escala, cuando a la misma altitud se está lejos o cerca de los cursos de agua, pues sin variar la altitud, al acercarse a los mismos se encuentra la flora riparia (flora típica de riberas), rica en especies propias de suelos pesados.

La ecoclina transversal de humedad atmosférica se aprecia según el observador se acerca o aleja de los núcleos de condensación o pasos de niebla. Los pasos de niebla son "boquerones" o rebajamientos en la altitud de una cadena montañosa, a través de la cual las nieblas bajas (estratos de ladera) pasan de un valle al contiguo. Los núcleos de condensación se ubican sobre ciertas montañas a altitudes que oscilan entre los 3000 y 3200 m.s.n.m. Las laderas inferiores y circundantes de estos núcleos reciben mayor precipitación anual, menor precipitación y menor incidencia de heladas. Cerca a las zonas atmosféricamente húmedas la vegetación muestra una tendencia al ascenso florístico, es decir, las poblaciones y las franjas de vegetación se establecen hasta altitudes superiores a las corrientes. Adicionalmente, ciertas poblaciones y asociaciones son características de ciertos rangos de humedad atmosférica, por lo que a 3200 m.s.n.m. puede uno encontrar bosques de gague-granizo-cedro riñón (en los pasos de niebla), bosques de encenillo y canelo (en cañadas atmosféricamente húmedas) o bosques de encenillos y ericáceas (en laderas frías y secas), según va de los puntos más húmedos a los menos.

Existen tres variaciones fuertes de las ecoclinas: el efecto de masas, la vertiente húmeda y la secundarización. Así, si las cadenas montañosas son más estrechas, la vertiente es atmosféricamente seca (en comparación con otras) o la vegetación ha sido profundamente perturbada (secundarizada), los cinturones de vegetación tienden a aparecer en cotas comparativamente más bajas.

Cuando el bosque altoandino es degradado, la flora oportunista de subpáramo (especies de dicha franja de ágil dispersión) colonizan lugares a altitudes muy inferiores al límite superior del bosque primario. Por esta razón encontramos matorrales de Ericáceas, romeros y laurel hojipequeño a altitudes cercanas a los 2700 m.s.n.m. La gente se acostumbra a creer que estos matorrales son el "bosque nativo", tratándose de subpáramos secundarios. De la misma manera, la extensa degradación del subpáramo provoca la dispersión de la flora oportunista de páramo y encontramos

así guardarrocíos, paja, frailejones plateados y frailejoncillos, a altitudes por debajo de los 3000 m.s. n.m. Muchos de los páramos por cuya conservación se ha trabajado, son en realidad áreas de bosque altoandino fuertemente deterioradas.

Elementos básicos de la sucesión vegetal

La restauración de los ecosistemas se basa en el conocimiento y manejo de la sucesión ecológica. Sucesión es el proceso de desarrollo estructural y funcional del ecosistema, a través del cual se da un reemplazamiento de unas poblaciones y comunidades por otras en el tiempo. El caso típico de sucesión es la regeneración del bosque a partir de pastizales, sobre los que primero crecen arbustos, luego ciertas especies de árboles y finalmente las poblaciones de árboles propias del bosque maduro.

La sucesión es un desarrollo de toda la estructura y función del ecosistema, que tiende, en general, al incremento de la biomasa, la diversidad, la estabilidad, la regulación de suelo y atmósfera, la productividad bruta y al cierre del ciclo de nutrientes. La sucesión es el desarrollo de la biosfera tomando control sobre el medio físico. Las poblaciones se establecen transformando el medio y el medio cambiante permite el establecimiento de otras poblaciones que introducen nuevos cambios ambientales hasta llegar al punto donde la energía disponible y la capacidad biótica para adecuar el medio se copan.

Aunque la sucesión es una transformación de todo el ecosistema, en los ecosistemas terrestres el principal agente sucesional es la vegetación. La mecánica básica de la sucesión se basa en el proceso de facilitación, que consiste en la modificación de las condiciones ambientales por las especies que se establecen en un lugar, hasta hacer este medio más propicio para el establecimiento de otras especies que para sus propios descendientes. Al aumentar las probabilidades de reemplazamiento por encima de las de autorreemplazamiento, se facilita la introducción de una nueva etapa y la sucesión avanza con especies que introducen nuevos cambios. En tal sentido se dice que determinadas especies o biotipos facilitan la ecesis de otros, que ya estaban presentes o llegan al sitio por dispersión y suceden a los primeros.

Los cambios que las poblaciones dinamogenéticas introducen, propiciando el avance de la sucesión, esto es, las relaciones de facilitación, pueden darse de diversas maneras:

- Por mitigación de tensionantes edáficos (Al, Fe, acidez, agrotóxicos, otros venenos).
- Por atenuación de las fluctuaciones ambientales (de temperatura, humedad, químicas, etc.)
- Por mitigación del régimen de perturbaciones (viento, fuego, pastoreo, deslizamientos, erosión)
- Por fijación de nitrógeno por medio de bacterias simbiotes.
- Por aumento de la fertilidad, estructura y profundidad efectiva del suelo.
- Por aumento de la micorrización y microflora benéfica del suelo.
- Por aumento del contenido de humedad del suelo.

- Por mejoramiento del drenaje del suelo (mitigación del anegamiento).
- Por adición de materia orgánica (que afecta todo lo anterior).
- Por creación de micrositios de germinación.
- Por creación de refugios, perchas, comederos y otros atractivos para los dispersores.
- Por supresión de poblaciones competidoras.
- Por disuación de los herbívoros (defensas químicas agresivas, espinas, simbiosis con insectos agresivos)
- Por sombreado (favorable a las especies esciófilas).
- Por ciclos vitales cortos y alta tasa de renovación de rametos o individuos (multiplicando las posibilidades de reemplazamiento).
- Por establecimiento de un ritmo fenológico favorable al ciclo vital de la otra especie (ej: un ciclo de luz y sombra por defoliación - foliación, o una frecuencia de caídas de ramas o de quemas propiciadas por la acumulación de combustibles).

En general, cualquier adecuación que haga al ambiente más favorable para otra especie que para sí misma, constituye una facilitación y un atributo dinamogenético de la especie facilitadora, pues impulsa la sucesión. Todas estas estrategias pueden ser copiadas por el hombre dentro de técnicas restauración para la inducción física, química o biótica de la sucesión.

La sucesión secundaria, como se dijo arriba, parte de los remanentes bióticos del ecosistema, sobrevivientes a la perturbación. Esto se conoce como «potencial de regeneración in situ» (Uhl & Saldarriaga, 1986) y comprende:

- El banco de semillas, una reserva de semillas dormantes (latentes) que se encuentran a distintas profundidades en el suelo, principalmente en los primeros milímetros (Oosting & Humphreys, 1940 ; Jaimes & Rivera, 1991 ; Aide & Cavelier, 1994).
- El banco de plántulas, un estrato, generalmente laxo, de formas infantiles cuyo desarrollo se halla estacionado mientras persiste la vegetación primaria, pero cuyo crecimiento se dispara, cuando se abren espacios con la perturbación, siempre y cuando sobrevivan a ella (Horn, 1974; Gómez-Pompa *et al.*, 1983; Uhl & Saldarriaga, 1986; Jaimes & Rivera, 1991).
- Los individuos reproductores sobrevivientes, los cuales se constituyen en fuente de propágulos y sirven también como perchas, atrayendo dispersores (aves y murciélagos) incrementando la lluvia de semillas (Uhl & Saldarriaga, 1986 ; Von Hildebrand & Walshburger, 1985).

- Las reiteraciones espontáneas y traumáticas, esto es, los «retoños» o renuevos, ramitas tiernas que brotan de los troncos y raíces, espontáneamente o luego de una lesión (Gómez-Pompa *et al.*, 1983; Uhl & Saldarriaga, 1986; Vargas, 1986).

Entre más fuertes sean y se conserven estos mecanismos en cada caso particular, más rápido es el proceso de regeneración. La intensidad o naturaleza de la perturbación pueden ser tales que reduzcan drásticamente este potencial regenerativo, como ocurre con los efectos de las quemadas o de la remoción del tapete de musgos, sobre el banco de semillas (Uhl & Saldarriaga, 1986; Jaimes & Rivera, 1991).

La sucesión depende tanto del potencial biótico *in situ* como del alóctono, representado en rodales reproductores vecinos y la dispersión entre éstos y los sitios en regeneración (diáspora). La tasa de precipitación de semillas, esporas y embriones (en el caso de plantas vivíparas) sobre un lugar, se denomina lluvia de propágulos y depende de la estrategia de dispersión de cada especie, que es uno de sus principales atributos vitales.

Las principales estrategias de dispersión comprenden:

- Barocoria: por gravedad, los propágulos caen y avanzan por las pendientes.
- Autocoria: por mecanismos explosivos o elásticos las plantas lanzan los propágulos.
- Anemocoria: por el viento, gracias a alas o vilanos, o tallas muy ligeras de los propágulos.
- Hidrocoria: por el agua, arrastrados por la corriente, flotantes o en suspensión.
- Ornitocoria: por aves.
- Quirocoria: por murciélagos.
- Ictiocoria: por peces
- Mastozoocoria: por mamíferos
- Endozoocoria: por animales en general, que los ingieren y luego regurgitan o defecan.
- Ectozoocoria: por animales, que los transportan adheridos al pelo, plumas o escamas.

En cada contexto biogeográfico, existen distintas poblaciones vegetales adaptadas a diversas condiciones de suelo y atmósfera, por lo que la sucesión se da a través de distintas etapas, caracterizadas por una flora y fisonomía dadas.

En cada ambiente se evidencia una serie de etapas sucesionales características del mismo, la cual

se denomina sere o serie ecológica. Así, en las laderas arenosas de los Cerros Orientales la sere típica es romero blanco - cucharo - gaque - encenillo.

Así como en una ecoclina no se aprecian remplazamientos abruptos de una comunidad por otra a través del terreno, sino que se van intergradando, de la misma manera, en una sere las poblaciones se trenzan unas con otras, de modo que en un momento pueden encontrarse juntas poblaciones de distintos momentos sucesionales, unas declinando, otras dominando y otras comenzando a ganar espacio (individuos del pasado, del presente y del futuro).

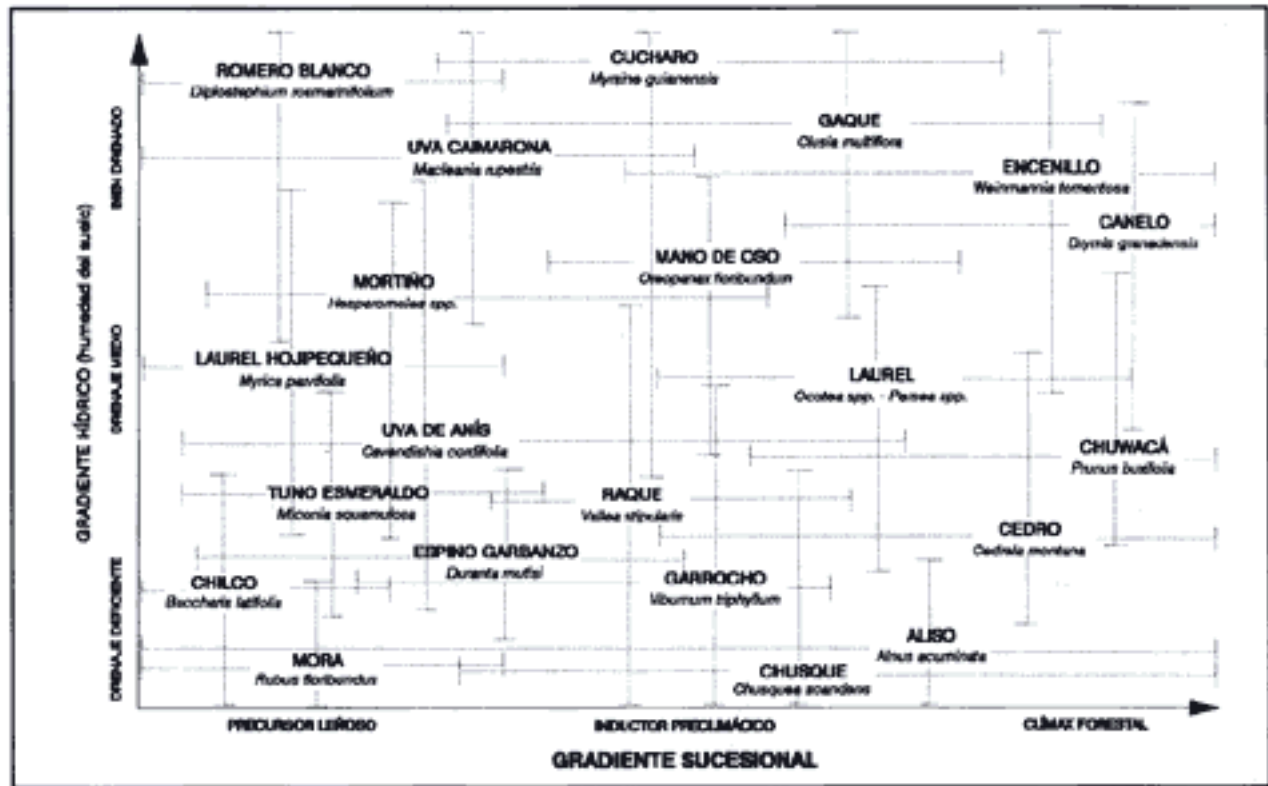
Para su descripción las seres se dividen en etapas, definidas florística y fisonómicamente, es decir según las poblaciones y biotipos que la componen, de modo que cada etapa es una comunidad en transformación. Ej: etapa del matorral de laurel hojipequeño, etapa del rastrojo de raque, etapa del bosque de encenillo y mano de oso.

Las etapas pueden subdividirse con distintos criterios. En el esquema seral básico (que se expone más adelante) cada etapa se divide en fases que representan distintos estadios de desarrollo fisonómico de la comunidad propia de dicha etapa. Por ejemplo, la etapa caracterizada por el laurel hojipequeño y sus poblaciones subordinadas puede dividirse en fases según la estructura del matorral sea abierta e incipiente, se agrega, se consolida o posmadura.

En teoría, la sucesión llega hasta una etapa en que la energía-agua-nutrientes disponibles y la capacidad de adecuación de las poblaciones ya no puede producir más cambios en el ambiente y las poblaciones adaptadas al medio finalmente producido se autorreemplazan, manteniéndose indefinidamente, lo cual se conoce como clímax de la sucesión.

Las especies que pueden establecerse sobre suelo desnudo son llamadas pioneras. La primera parte de una sere se denomina prisere y a sus poblaciones características se les denomina priseriales (lo cual incluye a las pioneras). Las etapas intermedias de una sere se designan como mesosere y la parte final hasta el clímax se llama tardisere. A toda la sere por debajo del clímax se le llama subsere (lo que viene a ser algo así como prisere + mesosere) y a la vegetación propia de este intervalo se le considera subseral. Por eso se oye hablar de los subserales del robledal o subserales del encenillal ; se hace con ello referencia a matorrales y rastrojos que, se asume, son precursores de dichos bosques.

Figura 4, Rango ambiental - sucesional de las principales dianmonogenéticas bogotanas



En líneas generales, en las priseres predominan las especies con atributos vitales que les permiten sobrevivir y reproducirse en medios controlados por factores y eventos físicos y con alta frecuencia de perturbaciones y sus efectos residuales. La mayoría de estos atributos pueden asociarse con la estrategia r, basada en un rápido y profuso crecimiento y reproducción, ciclos vitales cortos adaptados a la frecuencia de perturbaciones, lo que determina una alta tasa de renovación de individuos y estructuras poco durables (Pianka, 1982), favoreciendo la acumulación de materia orgánica en el suelo (necromasa) y el reemplazamiento. La mayoría de estas especies, aunque viven poco, se mantienen en el ecosistema saltando de un parche de perturbación a otro (Horn, 1974).

Hacia las tardiseres se da generalmente un viraje hacia las estrategias k, basadas en la regulación, con una mayor inversión en estructuras más durables, crecimiento más lento, ciclos vitales más largos, mecanismos de dispersión basados en la biota (aves, murciélagos, etc.), atributos vitales viables en un ambiente más biótico y estable (Pianka, 1982), creado por las poblaciones precursoras y que les permiten reemplazar a éstas (Nobble & Slatyer, 1980; Vargas, 1997).

En la visión arquetípica de la sucesión, propia del enfoque de Clements, las poblaciones se suceden en un orden invariable y todas las seres de una región convergen al mismo clímax. Al extremo, esto equivaldría a decir que nunca el encenillo puede establecerse antes que el cucharo y que si se diera tiempo suficiente, todas las áreas desde el altiplano hasta el páramo se convertirían en encenillales, nada de lo cual se observa en la práctica.

Cuando las condiciones ambientales son difíciles, cada etapa tarda bastante en establecerse y consolidarse sobre la anterior ; en estos casos la sucesión se extiende y las distintas etapas se desarrollan completas, duraderas y diferenciadas.

Pero en cada lugar existen puntos ambientalmente más favorables para el desarrollo de la vegetación (más húmedos, más materia orgánica, más protegidos de las perturbaciones, etc.) y en

tales puntos la sucesión puede avanzar a distinta velocidad, al punto que antes de que una etapa se haya completado pueden ya estar bien avanzados los elementos de la siguiente ; el resultado es que cada etapa se introduce precozmente en la anterior y toda la serie se acorta, del mismo modo que se acorta una antena telescópica cuando se introducen sus segmentos superiores en los inferiores. Este proceso sucesional se conoce como telescopización (Cooper, 1923).

Por otro lado, cuando en cierta montaña vemos bosque altoandino hasta los 3200 m.s.n.m. y un matorral de Ericáceas desde ahí hacia arriba, no podemos aseverar que ese subpáramo sea una etapa sucesional que tiende a bosque, pues probablemente se trata del clímax arbustivo de la sucesión en ese punto más frío, como es forestal el clímax cincuenta metros más abajo. De acuerdo con la oferta ambiental de cada lugar, la sucesión avanza hasta cierto nivel. Es por esto que los cinturones de vegetación ascienden más en las vertientes húmedas.

En otros casos se encuentra una vegetación estabilizada en un nivel de desarrollo inferior al correspondiente al área en que se inscribe. Como en el caso del efecto de cuchilla, en los filos y escarpes las condiciones ambientales son más severas y aunque el rodal se encuentre a 3100 m.s.n.m. difícilmente puede desarrollarse algo más que un matorral ; se trata de un subclímax natural.

Sin embargo, también puede ocurrir, y de hecho es frecuente y extenso, que una intensa y prolongada perturbación degrade las condiciones ambientales hasta el punto en que el ecosistema ya no puede regenerarse y se estaciona en una etapa subseral. Los matorrales de laurel hojipequeño, raque y romero que cubren cerros como Suba, Majuy (Cota y Chía) y estribaciones de Usaquén y Chapinero, en los alrededores de Bogotá, representan un subclímax antrópico, donde el hombre ha degradado el suelo hasta el punto en que la vegetación ya no puede desarrollarse hasta bosque de cedros, nogales y pino romerón en un tiempo inferior al de varias generaciones humanas.

Cada población vegetal a ser evaluada y manejada, debe primero ubicarse en su nicho ambiental y sucesional, es decir, establecer su rango dentro de una (o más) ecoclina(s) y dentro de una (o más) series.

Si se define una asociación vegetal, verbigracia "bosque enano de *Clethra fimbriata*", la sola definición no me indica nada. Tiene significado ecológico y utilidad de manejo, cuando se interpreta el bosque enano de azafrán de páramo en términos de un suelo pesado y frío con drenaje lento y un momento sucesional de transición entre la posmaduración del subpáramo edáfica y atmosféricamente húmedo y el ascenso del límite superior del bosque de encenillos y Lauráceas. La asociación no dice nada sin su posición ambiental y su dinámica. Un mapa o un listado de asociaciones vegetales tienen una utilidad muy limitada. Las clasificaciones y cartografías ecológicas están dotadas de profundidad analítica en la medida de su bioindicación de ambientes, dinámicas y tendencias.

Régimen ambiental

Al calificar el estado y dinámica de un ecosistema a restaurar o en proceso de restauración (evaluación y monitoreo) es preciso distinguir entre dos factores negativos para el desarrollo acumulativo del mismo: tensionantes y limitantes.

Como limitantes se consideran aquellos factores que se hallan en cantidad, concentración, frecuencia o accesibilidad inferiores a las requeridas para el desarrollo del ecosistema, en particular

de la vegetación. La teoría del factor limitante (Liebig, 1930) reza que el desarrollo de la vegetación (o del ecosistema) llega hasta el punto permitido por la disponibilidad del factor que se halla en proporción menor con respecto a la demanda de aquélla, aunque no se halla captado aún la total disponibilidad de los demás factores.

Así, un suelo puede ser muy fértil, pero si hay baja disponibilidad de agua, el desarrollo está limitado por ésta. Los casos de limitación por oligoelementos son frecuentes en monocultivos, pero difícilmente pueden encontrarse en contextos de elevada biodiversidad (rodales nativos bien conservados), debido a la multiplicidad de estrategias adaptativas seleccionadas y evolucionadas en tales condiciones y al control biótico del ciclo de nutrientes. Sin embargo, la alteración puede crear las condiciones para que tal fenómeno se dé aún en vegetación silvestre.

Como tensionantes se consideran aquellos factores que se introducen en el ecosistema y que 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). Muchos tensionantes actúan intensificando los limitantes (Brown & Lugo, 1994).

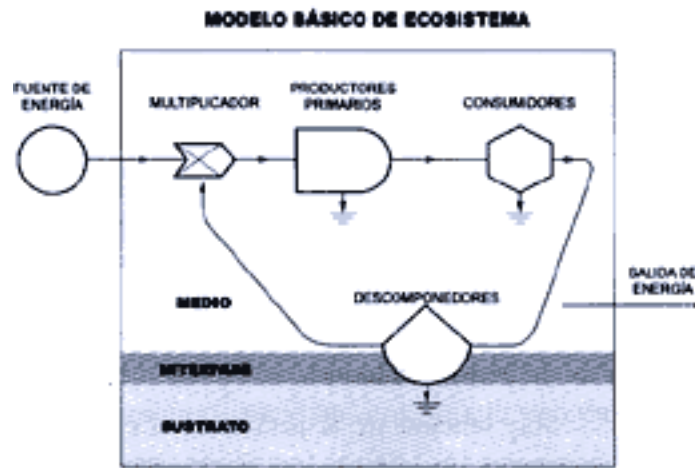
Base termodinámica de la restauración

La mayoría de las tendencias generales que conforman el patrón de desarrollo reconocido como sucesión ecológica, se entienden mejor bajo una perspectiva termodinámica.

La sucesión es en gran medida, un caso de la primera ley de la termodinámica, la transformación de la energía. El ecosistema incorpora energía de acuerdo con la capacidad que su estructura-función le confiere. Si la energía que ingresa al ecosistema es igual a la que sale, el ecosistema se mantiene en un estadio estacionario. Si las entradas superan las salidas, el ecosistema acumula, lo cual se traduce en crecimiento y reproducción.

En la siguiente figura se presenta la estructura - función básica del ecosistema. Una fuente (sol, lluvia, escorrentía) suministra la energía que es asimilada por los productores primarios (plantas), para luego ser parcialmente captada por los consumidores. Los residuos de los productores y consumidores son descompuestos por la comunidad de saprótrofos, con lo que se acumula una cantidad de nutrientes y de materia orgánica en diferentes estados de composición. Esta acumulación forma una interfase donde se combinan las partículas minerales del sustrato y los detritos orgánicos depuestos por la biota, entre el sustrato y el medio (atmósfera o agua), que se conoce como suelo en ecosistemas terrestres y sedimento en los acuáticos. Una parte de los nutrientes liberados por la descomposición es tomada por las plantas, lo cual multiplica la asimilación de la energía proveniente de la fuente y constituye la retroalimentación positiva del proceso.

Figura 5



La captación de energía por parte de las plantas se considera producción primaria bruta, mientras que el consumo de energía por parte de los tres compartimientos bióticos es la respiración, el costo energético del sostenimiento de la biomasa de productores, consumidores y descomponedores. Al descontar la respiración (salidas de energía) de la producción (entradas) se tiene la **producción primaria neta**, el saldo energético del ecosistema.

El crecimiento y reproducción son la base de la sucesión. La productividad primaria bruta del ecosistema representa la entrada, mientras que las salidas están compuestas por la respiración de los distintos elementos del ecosistema. Cada factor limitante disminuye las entradas (bajas temperaturas, déficit hídrico, nutrientes escasos) y cada factor tensionante aumenta las salidas. En cualquiera de los dos casos, la vegetación paga en términos de menor saldo disponible para el crecimiento y reproducción (menor producción primaria neta).

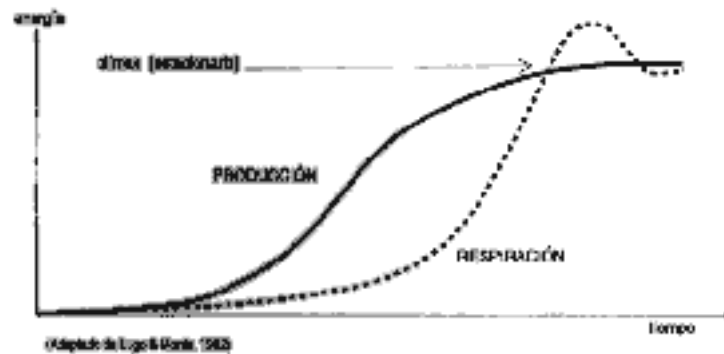
En la medida en que los limitantes y tensionantes se mitigan o remuevan, aumenta la productividad primaria neta, la acumulación avanza y con ella la sucesión. Si estos factores se intensifican, las reservas del ecosistema se depletan y ocurre la regresión (proceso inverso a la sucesión), con el consiguiente deterioro de la cobertura vegetal y el ecosistema. En un medio severamente perturbado o nuevo, con nula o poca vegetación, el ambiente está determinado por procesos y factores físicos (erosión, insolación, precipitación, etc.). La sucesión debe comenzar en un medio difícil, sometido a fuertes fluctuaciones y con pocas reservas. De un nivel mínimo de nutrientes, materia orgánica, agua y biomasa, el ecosistema parte para aumentar las entradas y restringir las pérdidas. En estos medios priseriales las fluctuaciones son fuertes y a veces impredecibles.

Las fluctuaciones de humedad y temperatura del sustrato son fuertes en los ambientes priseriales, especialmente en sustratos con poca cobertura vegetal, y más para una plántula cuya biomasa y contenido hídrico son mínimos.

Muy lentamente al principio, el ecosistema incrementa sus reservas (nutrientes, agua, materia orgánica, biomasa y biodiversidad) con lo que se verifica un crecimiento exponencial de su capacidad asimiladora (incremento de las entradas, la productividad). Las acumulaciones y la complejización de la red trófica (flujos de energía y materia) permiten el incremento en la capacidad homeostática del ecosistema; la biota asume el control de variables y procesos antes determinados por el medio físico, como la humedad, temperatura, ciclado de nutrientes, etc. A la vez aumenta la resistencia y resiliencia del sistema, con lo que puede mantener su estructura-función a pesar de perturbaciones mayores.

Al tiempo con la productividad, el incremento en la biomasa representa también un aumento en los costos de mantenimiento de la nueva estructura, es decir de la respiración. La productividad no crece indefinidamente, pues en cierto punto los costos de sostenimiento no permiten saldos para el crecimiento. En este punto, el sistema simplemente se sostiene, autorreemplazando los elementos perdidos por desgaste. Esto es el clímax, un estadio estacionario, en el que las entradas de la productividad se igualan con las pérdidas por respiración del ecosistema (Lugo & Morris, 1982).

Figura 6



La mayoría de los tipos de vegetación andina, especialmente los que enfrentan limitantes de frío o sequedad, manifiestan esta interacción biofísica con particular intensidad, en lo que puede llamarse el «doble seguro edafo-atmosférico»: para que la regeneración avance (la perturbación se mitigue) es preciso que la producción primaria neta tenga saldos que se inviertan en crecimiento y reproducción, para lo cual, a su vez, se requiere que la atmósfera tenga un balance térmico e hídrico favorable y que el suelo tenga un balance hídrico y una fertilidad apropiados. Sin embargo, estos factores físicos sólo mejoran con el desarrollo de la vegetación. Si el suelo ha sido fuertemente perturbado, la productividad es baja, el crecimiento es lento y es difícil que la vegetación pueda transformar la atmósfera inmediata (micro y mesoclima). Así mismo, si no hay mejoría en las condiciones atmosféricas inmediatas (microclima de humedad y temperatura), la productividad se limita, haciendo lenta y tortuosa la regeneración del suelo por parte de la vegetación. La situación es más difícil donde el sustrato geológico es pobre, donde la humedad atmosférica es escasa o donde predominan bajas temperaturas.

Esta forma de subclímax edafo-atmosférico es una de las formas de deterioro del ecosistema (sucesión detenida, *sensu* Lugo & Brown, 1996) más extendidas en Colombia.

El balance sucesional es el nivel de desarrollo (biomasa, diversidad, complejidad trófica) alcanzado por un ecosistema al balancearse las entradas y salidas de energía en un estado estacionario, dado un potencial biótico y una oferta ambiental.

El balance sucesional alcanzado en un momento dado de la sucesión puede ser transitorio o relativamente definitivo, dependiendo de la escala de tiempo empleada por el observador, pero también del desarrollo posterior de los eventos.

Puesto que el balance sucesional está determinado por el potencial biótico y la oferta ambiental, si posteriormente la oferta se amplía, dándose una mitigación de los limitantes (aumentan las entradas) o de los tensionantes (disminuyen las salidas), el ecosistema puede entrar en una nueva fase de acumulación, siempre y cuando el potencial biótico le permita captar las nuevas

oportunidades.

Esto puede emularse, aplicando un subsidio (riego, fertilización) o protegiendo el ecosistema (control de fuego, pastoreo, etc.), con lo cual el efecto esperable es un desajuste inicial, pues la estructura-función estaban adaptadas a la oferta ambiental anterior. Con la intervención se favorece la expansión de las especies preadaptadas a las condiciones introducidas (por su rango ecofisiológico) a expensas de otras, con lo que inicialmente cae la biodiversidad, para recuperarse luego y descender de nuevo con la consolidación de las nuevas dominantes. La productividad bruta aumenta hasta un nuevo balance sucesional donde la respiración de nuevo se equilibre con ella (Odum, 1980).

Si en lugar de ampliar la oferta ambiental, se ampliara el potencial biótico, facultando al ecosistema para captar un rango más amplio de la oferta ambiental y aumentar sus entradas o restringir sus pérdidas, el efecto es el mismo que en el caso anterior, en líneas generales. La introducción de especies plaga es un ejemplo de ampliación accidental del potencial biótico.

Cuando encontramos un terreno degradado, debemos preguntarnos en qué medida la aparente detención de la sucesión es debida al empobrecimiento de la oferta ambiental o a la disminución del potencial biótico.

En ocasiones, el deterioro del clima y el suelo son responsables por el subclímax. En otras ocasiones, la fragmentación y la pérdida de biodiversidad son responsables del mantenimiento de un estado incipiente de desarrollo del ecosistema.

Base probabilística de la restauración

La expresión temporal de la sucesión tiene una clara base probabilística. Siendo una secuencia de transformaciones cada una dependiente de las precedentes, en un orden más o menos obligado, la probabilidad de cada evento incide en la del evento dependiente posterior. Por ejemplo, para que una nueva población se introduzca en la sucesión, depende de la probabilidad de:

1. Que exista una extensión adecuada de rodales con una densidad adecuada de individuos reproductores.
2. Que se dé una adecuada producción de propágulos.
3. Que los propágulos producidos alcancen el sitio en regeneración por los medios de dispersión disponibles.
4. Que los propágulos que llegan al sitio sean viables.
5. Que caigan en micrositios adecuados para su germinación.
6. Que lleguen al ambiente y momento sucesional adecuados a su rango ecofisiológico.
7. Que no sean predados o su germinación inhibida por la competencia.

8. Que los que germinen no sean destruidos en la frágil etapa de plántula.
9. Que las plántulas sobrevivientes superen la competencia.
10. Que los juveniles primero y los reproductores luego, sobrevivan al régimen de perturbaciones (o que la perturbación devastadora inicial no se repita antes de que las plantas alcancen a reproducirse).
11. Que los reproductores alcancen la cantidad y calidad suficientes para mantener la especie.
12. Que logren el desarrollo necesario para desplegar capacidad constructiva, consolidar la etapa y facilitar la siguiente.

Puesto que ninguna de estas probabilidades es absoluta, sólo se verifican en razones inferiores al 100% y se requieren muchas repeticiones de cada evento para que el resultado acumulado permita pasar al siguiente. Esto hace que la sucesión esté expuesta a muchos factores estocásticos y pueda dilatarse en el tiempo. A menores probabilidades, mayor demora.

Lo contrario sucede espontáneamente en la telescopización de la sucesión natural, cuando en un sitio, el elevado potencial biótico o unas condiciones ambientales propicias, incrementan las probabilidades de cada evento, fase y etapa, introduciendo unas en otras y acortando en total la sucesión.

Si la restauración es la sucesión asistida, la estrategia general de la restauración es la inducción sucesional o telescopización artificial, en la cual se procede elevando la base probabilística total de los eventos y etapas claves, acortando la duración del proceso.

Una estrategia fundamental en la restauración es la plantación seral, que consiste en plantar las especies en orden sucesional apretado, introduciendo cada población y etapa tan pronto como las condiciones ambientales lo permiten, priorizando el tratamiento de los puntos y franjas más favorables. Por ejemplo, plantar simultáneamente precursores leñosos de crecimiento rápido (mejor si son fijadores de nitrógeno), entremezclados con inductores preclimáticos esciófilos, de crecimiento más lento, permite que los primeros apoyen el crecimiento de los segundos y que estos ya estén establecidos para acelerar su crecimiento en el momento en que las condiciones creadas por los precursores heliófilos lo propicien. El ciclo de vida más largo de los inductores, asegura su reemplazamiento (acorde con el modelo forestal de composición florística inicial).

La restauración ecológica, definida como la asistencia a la sucesión natural, puede centrarse pero no limitarse al manejo de la vegetación. La estrategia general consiste en "jugar en toda la cancha", liberando limitantes, mitigando tensionantes y aumentando el número de unidades y repeticiones, de modo que se incrementen las probabilidades de cada evento y se acorte el proceso total. Aquí "se vale todo": manipular factores atmosféricos, geológicos, edáficos, hidrológicos, genéticos, vegetales, animales, microbianos, sociales, culturales, tecnológicos, económicos, etc.

En síntesis, la restauración ecológica se aborda como un proceso de reconstrucción estructural y funcional del ecosistema, siguiendo los patrones espaciotemporales propios de la sucesión natural, pero inducidos y acelerados gracias a que el manejo por el hombre permite elevar las probabilidades

y precipitar la ocurrencia de cada evento dentro de la secuencia, acortando la duración total del proceso.

Dialéctica matriz - parche: fractales naturales y plantaciones reticulares

Así como la expresión temporal (distribución de los eventos en el tiempo) de la sucesión tiene una base probabilística, en la que las probabilidades de un momento dependen del precedente, la expresión espacial del proceso (distribución de los eventos en el espacio) también puede interpretarse sobre una base probabilística, en la que las probabilidades de un punto dependen, en alguna medida, de los eventos en los puntos vecinos. Como ejemplo, la ecesis de una planta social en un punto del espacio en regeneración, eleva las probabilidades de la ecesis de dicha población vegetal en los puntos vecinos.

Partiendo de dos premisas generales:

- El ambiente es heterogéneo y los eventos puntuales diferencian puntos del espacio aumentando la heterogeneidad, por lo cual las probabilidades (y tasa) de regeneración son distintas en diversos puntos.
- La regeneración en un punto del espacio incrementa las probabilidades (y tasa) de la regeneración en los puntos vecinos, en proporción inversa a la distancia de dichos puntos al foco de regeneración que los afecta.

Existen, luego, unos puntos en los que la sucesión avanza con mayor fluidez y en los cuales comienzan a formarse focos de colonización de la etapa más avanzada *B*, en medio de una matriz dominada por la etapa precedente *A*.

Estos parches se expanden e interconectan a través de los corredores más propicios según su oferta ambiental y las características de dispersión de las dinamogenéticas. Cuando la red de *B* se densifica, se convierte en matriz, la matriz anterior se va reduciendo a parches de *A*, que con el tiempo pueden quedar reducidos a algunos individuos (individuos del pasado).

Al mismo tiempo, pueden comenzar a formarse parches del siguiente estado *C*, que reinician el proceso, el cual se repite siguiendo generalmente los mismos focos de colonización y corredores de interconexión.

El resultado es un patrón en forma de red, interconectando las franjas y focos de avance sucesional, que van arrastrando a los demás puntos en dirección a la regeneración. En este patrón, las posibilidades de restauración de un punto son dependientes del estado de restauración de los puntos vecinos, en proporción inversa a su distancia, patrón que se conoce como fractal estadístico.

La medida en que las probabilidades de un punto se ven afectadas por los eventos en otro, no sólo depende de la distancia entre ellos ; depende también de la direccionalidad de la información, esto es, de la dirección en que es más probable la dispersión o el crecimiento (reproducción sexual o vegetativa, respectivamente) de las poblaciones dinamogenéticas. Por ejemplo, un punto puede estar muy cerca arriba de un foco de regeneración, pero si las especies dinamogenéticas son barócoras, es menor su afectación que sobre los puntos abajo. La orientación con respecto al viento, la gravedad, la escorrentía y las rutas de los dispersores animales sesga las probabilidades de

expansión del fractal en dirección de sotavento, pendiente abajo, aguas abajo y corredores zoócoros.

Las consecuencias de este patrón para la restauración son de la mayor relevancia en el diseño: no tiene sentido revegetalizar según un patrón cuadriculado, pues la Naturaleza regenera en forma de red. La plantación reticular, estableciendo estribones sobre los ambientes favorables y corredores en las direcciones y las franjas más favorables para la agregación y conexión de los focos de regeneración, es la base de la estrategia espacial de la restauración.

La plantación reticular, rasgo distintivo de la revegetalización estratégica, se suma a la plantación seral (arriba expuesta) para permitir multiplicar la superficie plantada por su reproducción y expansión espontáneas. No vale la pena revegetalizar una hectárea en bloque, si la misma cantidad de plantas puede distribuirse en un patrón que impulse la rehabilitación a través de diez hectáreas.

Estrategias socioculturales en restauración

La restauración ecológica, siempre que se acomete sobre ecosistemas secundarios, perturbados por el hombre, requiere no sólo la reconstrucción de la estructura y función de los componentes físicos y bióticos del ecosistema, sino que involucra, necesariamente, la reconstrucción de la relación hombre - Naturaleza (alteridad) cuya crisis y ruptura se manifiestan en la degradación ambiental a corregir, pues, de fondo, lo que se ha degradado no es llanamente mineral u orgánico, sino el diálogo mismo entre el hombre y su entorno.

En consecuencia, todo el proceso de "sanación ecosistémica" debe ser llevado adelante con la participación activa, consciente y constante del "paciente", esto es, de la comunidad cuyo destino y calidad de vida están directamente ligados al estado de conservación - recuperación del entorno a intervenir.

Un proyecto o programa de restauración está, pues, obviamente ligado al proceso sociodinámico, pues siempre que la degradación a corregir tenga un origen humano, su recuperación involucrará la intervención de procesos y relaciones físicos, bióticos, económicos, sociales y culturales, donde el proyecto mismo de restauración constituye una instancia para la reflexión histórica y ambiental, la toma de conciencia y la elaboración del protagonismo comunitario en la construcción de ambiente - futuro.

Un aspecto esencial es la restauración cultural (o componente cultural de la restauración). La desaparición de los ecosistemas y especies nativas del paisaje, va acompañada de su desvanecimiento de la cultura en la misma región. Si el objeto natural no tiene una imagen en la cultura local, un concepto que la define y un valor que lo asocie positivamente a la praxis cotidiana, está condenado a desaparecer. La gente crea a su alrededor el paisaje que lleva en su interior, programado dentro de las ideas genéticas de su sistema de alteridad. Para restablecer un bosque o unas especies dentro de un ecosistema controlado por el hombre, debe primero restaurarse su conocimiento y valoración dentro de la cultura.



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



3. CLAVE DE ESPECIES DINAMOGENÉTICAS

Una especie es un conjunto de seres vivos que comparten rasgos comunes y pueden reproducirse entre sí. Por ejemplo, 30 arbolitos de aliso no son treinta especies; son treinta individuos de la misma especie, cuyo nombre común es «aliso» y su nombre científico *Alnus acuminata*.

El encenillo que predomina en los bosques bogotanos es *Weinmannia tomentosa*: *Weinmannia* es el género al que pertenece la especie *Weinmannia tomentosa*. En Bogotá hay otras especies de encenillo, como *Weinmannia rollotii*, *Weinmannia auriculifera*, *Weinmannia bogotensis*, etc. Pertenecen al mismo género, pero son especies vegetales distintas que no pueden cruzarse una con otra, salvo por raros accidentes que llamamos híbridos (como la mula).

No todas las especies tienen la misma importancia en la restauración del ecosistema. Las especies dinamogenéticas son aquellas que construyen la mayor parte de la masa de la vegetación, tienen mayor cobertura (cubren más) y producen cambios en el ambiente que promueven el avance de la sucesión. En restauración se emplean principalmente estas especies. Las demás especies vegetales, al igual que la fauna, aprovechan el hábitat creado por las dinamogenéticas.

Es importante saber la especie con la cual se está trabajando en un proyecto de conservación o restauración, para poder intercambiar información sobre ella con otras personas o ubicarla en los textos disponibles. Si sólo sabemos que en una vereda le dicen «amargoso», es posible que en otra zona el mismo nombre se lo apliquen a otra especie muy distinta. Si, en cambio, determinamos que se trata de *Ageratina aristeei*, podríamos conseguir más información sobre dicha especie en distintas fuentes y estar seguros de que dicha información se aplica exactamente a la especie que estamos manejando.

Una clave taxonómica es una guía en forma de cuestionario, con la cual a través de preguntas sucesivas se puede llegar a determinar a qué especie pertenece un individuo.

En Botánica, las claves generalmente hacen preguntas sobre los órganos reproductivos de las plantas (flores y frutos). Pero es difícil encontrar siempre las flores y frutos. Por ello se han desarrollado otras técnicas, en conjunto llamadas dendrología, con las cuales se construyen claves para determinar la especie de una planta, por medio de sus rasgos vegetativos (corteza, tallos, hojas, formas de crecimiento).

En esta sección se presentan dos claves. La primera es una clave ecológica para determinar si una especie cualquiera puede considerarse como dinamogenética. La segunda es una clave

dendrológica para ayudar a determinar las principales especies dinamogenéticas del área rural bogotana.

Por razones prácticas no es posible incluir aquí todas las especies de árboles y arbustos del área (que pasan de 600), sino sólo las más importantes en términos de restauración, que son también las más abundantes en el terreno.

La clave dendrológica sólo contiene una mínima porción de las especies existentes en el área, pero por tratarse de las más abundantes, la mayor parte de los individuos que se encuentren en el terreno pertenecerán probablemente a alguna de estas especies. En principio, la idea es que la clave de calificación de dinamogenéticas se emplee para determinar si la planta en cuestión cae dentro de esta categoría ecológica. De ser así, es muy probable que su especie pueda ser determinada con ayuda de la clave dendrológica.

La clave utiliza algunos términos técnicos indispensables, que se incluyen en el glosario. Aprender a reconocer los rasgos por los que se pregunta requiere algo de práctica, pero no es difícil. Esto significa que la clave no es automática, es una ayuda; sólo la práctica y la constancia conducirán a la habilidad para reconocer con facilidad las especies, lo cual es de gran importancia para poder valorar y aprovechar nuestra flora nativa.

Esta es la primera vez que se ofrece una clave dendrológica para la región, a nivel de especies, la cual es una de las herramientas de mayor valor en el manejo práctico de la biodiversidad, máxime estando esta clave específicamente dirigida a especies útiles en la restauración de los ecosistemas altoandinos de la periferia bogotana.

Por lo tanto, vale la pena el esfuerzo inicial que implica familiarizarse con el manejo de la clave y la práctica de campo para reconocer los rasgos y las especies. El esfuerzo es lógico: estamos pasando de reforestar con media docena de eucaliptos, pinos y acacias, a revegetalizar con un centenar de especies nativas altoandinas.

CLAVE PARA CALIFICACIÓN DE DINAMOGENÉTICAS

Dado que en la clave dendrológica sólo se han considerado un centenar de las principales especies dinamogenéticas de las Áreas Rurales Distritales, a la hora de aplicar este instrumento a la determinación de una especie en particular, conviene saber primero si ésta puede considerarse como dinamogenética, que, de serlo, tendrá gran probabilidad de aparecer en la clave.

Un área cuenta con una diversidad de especies cuyo valor dentro de la sucesión (regeneración natural) se hace evidente en la consolidación de nuevos tipos de fisonomía (matorral, rastrojo, bosque) después de una perturbación considerable.

La presencia de estas especies ejerce una influencia significativa sobre los cambios de composición de la población vegetal y sobre la fisonomía particular de cada etapa de la sucesión, dicha influencia radica principalmente en las características de cobertura y la capacidad competitiva de la especie en las condiciones de microclima, radiación y suelo, que cambian a través de la sucesión misma.

Las especies dinamogenéticas son aquellas que habiéndose introducido en una etapa sucesional, se desarrollan en ella con tal eficacia que llegan a ejercer un efecto determinante

sobre las condiciones ambientales, la estructura y función del ecosistema, efectos que constituyen las causas mecánicas de la sucesión.

La determinación de cuáles son las principales especies dinamogenéticas de una región requiere de análisis ecológicos de cierto grado de ineludible complejidad. Sin embargo, con buen ojo de naturalista, la observación de la distribución de las distintas especies en los diferentes ambientes del paisaje local y en las distintas etapas de la regeneración natural, permite una identificación muy confiable de estas valiosas herramientas para la restauración de los ecosistemas nativos.

Para orientar esta habilidad de campo, conviene señalar qué rasgos distinguen a las especies dinamogenéticas. Estos rasgos, los cuales les confieren la capacidad para colonizar, dominar y transformar las distintas etapas sucesionales, son denominados atributos vitales.

La determinación de la dinamogenicidad de una especie depende del conjunto de atributos vitales que posea (características biológicas de su ciclo de vida). A continuación se describen algunos atributos que distinguen a estas especies y que pueden ser identificables en campo con relativa facilidad.

De los atributos que a continuación se listan, el primero es imprescindible: las plantas constructivas, al igual que los animales constructivos, son sociales y su capacidad para transformar el ambiente se basa en su carácter gregario. El segundo atributo (capacidad constructiva) le sigue en importancia y es raro el caso de una especie que se pueda considerar dinamogenética careciendo de este rasgo que se considera prácticamente sinónimo. Los demás atributos «suman puntos».

Principales atributos vitales que caracterizan a una dinamogenética

En líneas generales, una especie dinamogenética tendrá siempre el atributo 1, generalmente el 2 y si tiene además cualquiera de los otros listados, por cada uno mejora su calificación como herramienta para restauración ecológica. Definitivamente no hay una sola especie que presente todos estos atributos, algunos de los cuales corresponden a estrategias ecológicas opuestas.

Comportamiento social: sus individuos se distribuyen unos cerca de otros, formando agregados de extensión variable.

Capacidad constructiva: el tamaño de los individuos (en proporción al resto de la vegetación del lugar) es tal, que al agregarse contribuyen significativamente a la construcción estructural de la vegetación.

Sociabilidad: tendencia a asociarse con otras especies (no forma rodales puros).

Amplia cobertura de follaje: follaje tupido y de amplia cobertura (produce buena sombra) posibilitando transformaciones del microclima en su contorno.

Alta tasa de renovación: las partes (hojas, ramitas, ramas, raíces) tienen un ciclo de vida corto dentro de la planta, se renuevan con frecuencia, de modo que las muertas se depositan, contribuyendo a la formación y

mejoramiento del suelo.

Con activa reproducción vegetativa: en condiciones naturales (por clonación mediante rizomas, estolones o acodos).

Polinización segura: la producción de semillas está asegurada por la autofecundación o una intensa lluvia de polen. Su mecanismo de polinización no se afecta por la alteración y fragmentación del hábitat.

Mecanismos de dispersión adecuados: para la colonización de etapas sucesionales apropiadas. Los medios físicos (dispersión por agua y viento) están mejor adaptados a las etapas iniciales (pobres en fauna), mientras que la dispersión por medios bióticos (aves y otros animales) es apropiada para etapas intermedias.

Alta producción de semillas: u otros propágulos (embriones, esporas).

Formación de bancos de semillas o de plántulas: las semillas o las plántulas tienden a permanecer en dormancia por extensos intervalos de tiempo, acumulándose, disparando su germinación o crecimiento ante señales de cambios ambientales propicios.

Reiteración tenaz: retoña rápida y reiteradamente después de daños físicos (tala parcial y quema).

Rusticidad: colocada en la posición ambiental y sucesional correcta no requiere más subsidios para desarrollarse y reproducirse.

Aptitud pionera: capacidad para colonizar y reproducirse en ambientes recientemente perturbados, principalmente sustratos desnudos.

Agresividad: es capaz de competir eficazmente con las especies oportunistas propias de medios perturbados, o con las introducidas por el hombre o con las dominantes nativas de determinada etapa sucesional, en cualquier caso rompiendo el equilibrio florístico existente y haciendo avanzar la sucesión en la dirección de los ecosistemas primarios.

Plasticidad morfológica: su forma de crecimiento varía adaptándose eficientemente a las condiciones del medio vigente. Cada una de estas formas facultativas se denomina morfosis y está adaptada a un ambiente particular, propio de una etapa de la sucesión.

Ciclo de vida sincronizado con las perturbaciones: la especie logra cumplir su ciclo vital, reproducirse y dejar semillas en el medio, en el intervalo típico entre dos eventos de perturbación.

La clave dendrológica incluye las siguientes especies:

LISTADO DE ESPECIES DINAMOGENÉTICAS POR NOMBRE CIENTÍFICO

Especie	Familia	Nombre común
1. <i>Abatia parviflora</i>	Flacourtiaceae	Duraznillo
2. <i>Acaena cylindrostachya</i>	Rosaceae	Amorcito
3. <i>Ageratina aristei</i>	Asteraceae	Amargoso
4. <i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	Aliso
5. <i>Alsophila frigida</i>	Polypodiaceae	Palma boba, palma sarro
6. <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gramineae	grama de olor
7. <i>Ardisia sp.</i>	Myrsinaceae	Cucharo, cucharo de páramo
8. <i>Axinaea macrophylla</i>	Melastomataceae	Tuno rojo
9. <i>Axinaea scutigera</i>	Melastomataceae	Tuno rojo
10. <i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	Chilco
11. <i>Baccharis revoluta</i>	Asteraceae	Amargoso (pequeño)
12. <i>Barnadesia spinosa</i>	Asteraceae	Espino
13. <i>Befaria resinosa</i>	Ericaceae	Pegamosco
14. <i>Berberis rigidifolia</i>	Berberidaceae	Uña de gato,
15. <i>Bocconia frutescens</i>	Papaveraceae	Trompeto
16. <i>Brunellia</i>	Brunelliaceae	Cedro riñón, palotigre, nogal de páramo
17. <i>Bucquetia glutinosa</i>	Melastomataceae	Charne, saltón, quebrollo
18. <i>Buddleja americana</i>	Loganiaceae	Salvio, quedo, almanegra
19. <i>Calamagrostis effusa</i>	Gramineae	Winche, paja de páramo
20. <i>Cavendishia cordifolia</i>	Ericaceae	Uva de anís
21. <i>Cedrela montana</i>	Meliaceae	Cedro
22. <i>Cestrum mutisii</i>	Solanaceae	Tinto
23. <i>Chusquea scandens</i>	Gramineae	Chusque
24. <i>Chusquea weberbaueri</i>	Gramineae	Chuscajón
25. <i>Clethra jagifolia</i>	Clethraceae	Yomaquín
26. <i>Clethra fimbriata</i>	Clethraceae	Cacao de páramo, azafrán, manzano
27. <i>Clusia multiflora</i>	Guttiferae	Gaque, chagualo
28. <i>Cordia lanata</i>	Boraginaceae	Salvio negro, palo real, gomo
29. <i>Cortaderia nitida</i>	Gramineae	Cortadera
30. <i>Cyathoxylum subflavescens</i>	Verbenaceae	Cajeto, garagay
31. <i>Datura arborea</i>	Solanaceae	Borrachero
32. <i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Asteraceae	Romero blanco
33. <i>Dodonaea viscosa</i>	Sapindaceae	Hayuelo
34. <i>Drimys granadensis</i>	Winteraceae	Canelo de monte, ají de páramo
35. <i>Duranta mutisii</i>	Verbenaceae	Espino garbanzo, cruceo
36. <i>Escallonia myrtilloides</i>	Saxifragaceae	Rodamonte, pagoda
37. <i>Escallonia paniculata</i>	Saxifragaceae	Tibar
38. <i>Espeletia argentea</i>	Asteraceae	frailejón plateado
39. <i>Espeletia grandiflora</i>	Asteraceae	Frailejón
40. <i>Espeletiopsis corymbosa</i>	Asteraceae	Frailejoncillo, falso frailejón
41. <i>Eupatorium angustifolium</i>	Asteraceae	Jome, blanquillo
42. <i>Gaiadendron punctatum</i>	Loranthaceae	Tagua
43. <i>Gaultheria anastomosans</i>	Ericaceae	Uvito de páramo
44. <i>Gaultheria erecta</i>	Ericaceae	Reventadera (de hoja grande)
45. <i>Geissanthus andinus</i>	Myrsinaceae	Cucharo, chagualito
46. <i>Hedyosmum bonplandianum</i>	Cloranthaceae	Granizo, pito
47. <i>Hesperomeles glabrata</i>	Rosaceae	Mortiño, mortiño parejo
48. <i>Hesperomeles goudotiana</i>	Rosaceae	Mortiño, mortiño amarillo
49. <i>Hesperomeles heterophylla</i>	Rosaceae	Mortiño, mortiño disperejo
50. <i>Holcus lanatus</i>	Gramineae	Falsa poa
51. <i>Hypericum goyanense</i>	Guttiferae	Guardarrocto, chite, pinito de páramo
52. <i>Hypericum strictum</i>	Guttiferae	Chite

LISTADO DE ESPECIES DINAMOGENÉTICAS POR NOMBRE CIENTÍFICO

Especie	Familia	Nombre común
53. <i>Ilex kunthiana</i>	Aquifoliaceae	Paloblanco
54. <i>Macleania rupestris</i>	Ericaceae	Uva de monte, uva camarona
55. <i>Miconia cundinamarcensis</i>	Melastomataceae	Tuno gigante
56. <i>Miconia ligustrina</i>	Melastomataceae	Tuno chiquito, tuno negro
57. <i>Miconia squamulosa</i>	Melastomataceae	Tuno esmeraldo
58. <i>Monochaetum myrthoideum</i>	Melastomataceae	Angelito
59. <i>Muehlenbeckia thamnifolia</i>	Polygonaceae	Bejuco colorado
60. <i>Myrcia dugandii</i>	Myrtaceae	Arrayán negro, arrayán guayabo
61. <i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Myrtaceae	Arrayán, levaduro
62. <i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrtaceae	Arrayán
63. <i>Myrica parvifolia</i>	Myricaceae	Laurel hojipequeño, cruz de mayo
64. <i>Myrsine coriacea</i>	Myrsinaceae	Cucharo blanco, cucharo rosado, manteco
65. <i>Myrsine dependens</i>	Myrsinaceae	Maíz tostao, cucharito de páramo
66. <i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	Cucharo, cucharo rojo, chagualito
67. <i>Ocotea sericea</i>	Lauraceae	Laurel dorado, oreja de mula
68. <i>Oreopanax bogotense</i>	Araliaceae	Mano de oso bogotano
69. <i>Oreopanax floribundum</i>	Araliaceae	Mano de oso, higuerón
70. <i>Orthosanthus chimboracensis</i>	Iridaceae	Espartillo
71. <i>Passiflora</i> spp.	Passifloraceae	Curuba de monte
72. <i>Pernettya prostrata</i>	Ericaceae	Reventadera
73. <i>Persea mutisi</i>	Lauraceae	Aguacatillo
74. <i>Piper bogotense</i>	Piperaceae	Cordoncillo (grande)
75. <i>Piper lacunosum</i>	Piperaceae	Cordoncillo (pequeño)
76. <i>Pollalesta</i> sp.	Asteraceae	Cenizo, guache
77. <i>Polylepis cuadrijuga</i>	Rosaceae	Coloradito
78. <i>Prunus buxifolia</i>	Rosaceae	Chuwacá, cerezo de monte
79. <i>Pteridium aquilinum</i>	Polypodiaceae	Helecho marranero
80. <i>Puya goudotiana</i>	Bromeliaceae	Puya, cardón
81. <i>Puya nitida</i>	Bromeliaceae	Puya, cardón
82. <i>Rubus bogotensis</i>	Rosaceae	Zarzamora, mora de piedra, yerbamora
83. <i>Rubus floribundus</i>	Rosaceae	Mora silvestre
84. <i>Saurauia ursina</i>	Actinidiaceae	Dulomoco, mocua, moco
85. <i>Pentacalia pulchellus</i>	Asteraceae	Romero de hoja ancha
86. <i>Siphocampylus columnae</i>	Campanulaceae	Zarcillejo, candelita
87. <i>Smallanthus pyramidalis</i>	Asteraceae	Arboloco
88. <i>Smilax tomentosa</i>	Smilacaceae	Zarzaparrilla
89. <i>Solanum lycioides</i>	Solanaceae	Gurrubo
90. <i>Solanum oblongifolium</i>	Solanaceae	Tomatillo
91. <i>Swallenochloa tessellata</i>	Gramineae	Cañuela, bambú de páramo
92. <i>Symplocos theiformis</i>	Symplocaceae	Té de bogotá, té de mutis
93. <i>Ternstroemia meridionalis</i>	Theaceae	Trompillo, trompo
94. <i>Tibouchina grossa</i>	Melastomataceae	Nazareno, sietecueros de páramo
95. <i>Tibouchina lepidota</i>	Melastomataceae	Sietecueros
96. <i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	Raque, chaque, campano, sanjuanito
97. <i>Verbesina elegans</i>	Asteraceae	Cocua, tabaquillo
98. <i>Viburnum tinoides</i>	Caprifoliaceae	Garrocho, cuje, sauco de monte
99. <i>Viburnum triphyllum</i>	Caprifoliaceae	Garrocho, cuje, sauco de monte
100. <i>Weinmannia bogotensis</i>	Cunoniaceae	Encenillo bogotano
101. <i>Weinmannia myrtifolia</i>	Cunoniaceae	Encenillo hoja de mirto
102. <i>Weinmannia rollotii</i>	Cunoniaceae	Encenillo de hoja redonda
103. <i>Weinmannia tomentosa</i>	Cunoniaceae	Encenillo
104. <i>Xylosma spiculiferum</i>	Flacourtiaceae	Espino, corono, espino puyón

CLAVE DENDROLÓGICA

La clave presentada es sencilla, parte de ocho grupos morfológicos (bambús, helechos, rosetas con tronco, hierbas arrosetadas, macollas, árboles y arbustos con y sin espinas). La planta que interesa determinar debe ser comparada con los atributos que en cada numeral se exponen; si la descripción no coincide se pasa al siguiente numeral al mismo nivel. Ej: si no tiene forma de bambú, no se entra a las preguntas dentro de dicho grupo (diferentes formas bambusoides), sino que se pasa al punto 2 a preguntar si se trata de una roseta con tronco, etc.

Unas pocas especies aparecen en más de un punto de la clave, previendo la dificultad de observar un rasgo diagnóstico, de modo que pueda ser determinada por otro atributo.

La única forma de construir una clave dendrológica es utilizando los rasgos morfológicos de las plantas, para los cuales existe una extensa terminología botánica. Para no recargar la clave, los términos botánicos más inusuales empleados en esta sección se definen en el glosario.

1. Cañas y hojas similares al bambú y la guadua (gramíneas bambusoides)

- Cañas amarillentas largas, ramificadas, enmarañadas y frecuentemente trepadoras, usualmente formando grandes masas**Chusquea scandens**
- Cañas similares a la anterior, un poco más gruesas y sólidas; la planta no es enmarañante ni trepadora, sino erecta y alta (> 3 m), con el follaje más claro que la anterior y la apariencia general afín a la guadua; propia del subpáramo..... **Chusquea weberbauerii**
- Cañas erectas poco ramificadas, con una tonalidad naranja, formando matas densas y bajas (< 2 m), follaje denso y apretado contra las cañas; pantanos de subpáramo**Swallenochloa tessellata**

2. Roseta con tronco

El tallo es un falso tronco formado por las bases de las hojas muertas, que puede alcanzar más de 2 m de altura, coronado por una roseta de hojas grandes (> 30 cm) gruesas y afelpadas, muy densas y erectas hacia el centro, características que tipifican el morfotipo de los frailejones (*Espeletia* spp.).

- Aunque en el Sumapaz existen otras especies, con mucho la más abundante es el frailejón amarillo**Espeletia grandiflora**

3. Plantas trepadoras

Aunque existen otras trepadoras frecuentes (como *Bomarea* spp., *Dioscorea* sp., *Nertera granadensis*, etc.) aquí se incluyen sólo las tres de mayor capacidad constructiva en el área

rural bogotana.

- Hojas acorazonadas grandes, tallos con zarcillos y espinas cortas y curvas**Smilax tomentosa**

Hojas simples alternas pequeñas (< 7 cm), frecuentemente involutas, de base cordada a sagitada, tallos leñosos de color rojizo oscuro.....**Muehlenbeckia thamnifolia**

- Hojas simples o compuestas, de formas variadas, según la especie, generalmente suaves y tomentosas, con tallos muy poco lignificados (textura herbácea). Los zarcillos son solitarios y axilares. Las glándulas en el ápice del pecíolo o la base de la hoja son características**Passiflora spp.**

4. Helechos

Los helechos son particularmente diversos en el área. Sin embargo, la mayoría de ellos son especies muy subordinadas, más útiles como bioindicadores que como herramientas de restauración. De lo anterior claramente pueden exceptuarse dos especies:

- Helecho arborescente (con apariencia de palma), el fuste es oscuro, cubierto de evidentes cicatrices elípticas; las frondas (equivalentes a hojas) están profusamente divididas y su envés es blanquecino (glauco), las bases de las frondas están cubiertas de escamas alargadas pardas y blandas y algunas espinas muy cortas y afiladas**Alsophila frigida**
- Helecho que crece a partir de rizomas (tallos subterráneos a poca profundidad) formando densos manchones que crecen a plena luz del sol, en los que típicamente se mezclan frondas jóvenes (verdes), viejas (amarillas) y muertas (grises claras, casi plateadas); las frondas salen individualmente del suelo, con largos pecíolos y un solo raquis, con una altura variable entre 30 y 180 cm.....**Pteridium aquilinum**

5. Hierbas arrosetadas (sin tronco)

Se trata de plantas sin tronco ni tejidos leñosos, formadas por hojas que salen directamente del suelo en espiral, a partir de un centro común. Sus hojas son anchas, es decir, que no parecen pastos.

- Hojas compuestas imparipinadas, de envés plateado; un solo verticilo de hojas totalmente aplanadas contra el suelo (procumbente) y de tamaño reducido (diámetro < 20 cm).....**Acaena cylindrostachya**
- Hojas simples largas (> 30 cm) gruesas, afelpadas y grises—plateadas; apariencia de frailejón sin tronco**Espeletia argentea**
- Hojas simples alargadas (> 20 cm), estrechas (< 5 cm), de bordes rectos y

ligeramente más anchas hacia las puntas (ensiformes). Parece un pequeño frailejón sin tronco, de tono amarillento y con las hojas basales dirigidas hacia el suelo, separadas de las superiores por una especie de cintura (las hojas bajas, tanto vivas como muertas, forman una «falda» contra el suelo)

Espeletopsis corymbosa

- Hojas simples largas (> 30 cm) rígidas con bordes fuertemente aserrados–espinosos. La roseta está frecuentemente coronada por una gruesa inflorescencia columnar que emerge de su centro y se eleva apreciablemente (> 1 m). Aunque en el área se encuentran varias especies, la más común es**Puya goudotiana**

- Similar a la anterior, pero de tamaño más reducido. Generalmente está formada por varias rosetas espinosas que, si se revisan por debajo, puede verse que están unidas por un «tronco» grueso, corto y ramificado**Puya nitida**

6. Macollas (similares a pastos)

Se trata de las plantas con apariencia de pasto o paja; son hierbas de hojas lineares agrupadas en manojos formados por pequeños haces (fascículos). Aquí consideramos tres nativas (las tres primeras) y dos introducidas naturalizadas, con valor en restauración.

- Hojas muy delgadas cilíndricas (vistas en detalle y más fácilmente si se cortan en sección transversal), es el elemento más común del pajonal del páramo**Calamagrostis effusa**

- Hojas largas (> 20 cm) de bordes fuertemente cortantes. Las hojas viejas se secan enrollándose, formando pequeños espirales «rulos» claros entre las bases de las hojas vivas**Cortaderia nitida**

- Hojas más anchas (> 1 cm) y gruesas que los verdaderos pastos, con apariencia de cintas con las puntas redondeadas, de un color verde ligeramente azulado. Vistas en detalle las bases de las hojas, es evidente que son dísticas (dispuestas en un solo plano)**Ortrosanthus chimboracensis**

- Pasto de hojas sedosas, claras y largas (> 20 cm, dependiendo del pastoreo) de tono verde azulado (seca dorado), con espigas altas, largas, densas y sedosas. Es el pasto introducido más común en los potreros del área**Holcus lanatus**

- Pasto de hojas pequeñas (< 10 cm) y con espigas cortas densas, amarillas–doradas. A veces tiene un olor dulzón fuerte al macerarse.....**Anthoxanthum odoratum**

7. Leñosas (arbustos, arbolitos y árboles) con espinas

Las espinas no siempre son evidentes. Debe revisarse toda la planta. Cuando se

encuentran, el diagnóstico es rápido.

- Trepadora, hojas simples acorazonadas grandes (> 15 cm) Smilax tomentosa
- Falsas espinas (aguijones) que se desprenden fácilmente sin arrastrar tiras de madera (como las de la rosa), hojas compuestas por tres folíolos cada una Rubus spp.
- Hojas con folíolos grandes (> 6 cm) bien separados por peciólulos largos espinosos, tallos largos, gruesos, surcados y rojizos Rubus bogotensis
- Hojas con folíolos más pequeños (< 6 cm) más juntos (peciólulos muy cortos, tallos cortos, delgados, tamaño general más reducido Rubus floribundus
- Espinas gruesas, ramificadas (de la espina salen más espinas), en la base del tronco y en las ramas más gruesas, hojas simples alternas, coriáceas, acorazonadas, aserradas Xylosma spiculiferum
- Espinas axilares, rectas o ligeramente curvas, hojas pequeñas (< 5 cm) simples opuestas (la única espinosa de hojas opuestas) Duranta mutisi
- Espinas en las bases de los ramilletes de hojitas (de envés blanco), formando grupos de cuatro, amarillas, cortas y curvas; frecuentemente con espinas en los bordes de las hojas Berberis rigidifolia
- Espinas en los tallos y ramas, en grupos de seis: dos pares cortos dirigidos hacia los lados y dos pares mucho más largos dirigidos hacia abajo, tallos huecos, hojas alternas obovadas, en ramilletes Barnadesia spinosa
- Espinas terminales (en las puntas de las ramitas, a modo de terminación) más o menos ocultas entre las hojas de las puntas Hesperomeles spp.
- Hojas y ramitas tiernas cubiertas con un tomento aterciopelado amarillo o ferrugíneo**Solanum lycioides**
- Hojas verdes sin tomento, todas de tamaño más bien parejo**Hesperomeles glabrata**
- Hojas verdes sin tomento, llamativamente de tamaños dispares**Hesperomeles heterophylla**

8. Leñosas (arbustos, arbolitos y árboles) sin espinas

Hojas compuestas. Cada hoja está conformada por varias partes (como hojitas más pequeñas) dispuestas sobre un eje común.

Hojas compuestas opuestas. De cada nudo de la ramita nace un par de hojas.

- Hojas opuestas, imparipinadas (rematadas por un foliolo apical solitario), pequeñas (< 6 cm), con siete o más folíolos muy pequeños (< 0.5 cm) por hoja; el raquis es alado (entre cada par de folíolos sale un par de aletas triangulares), el foliolo terminal no es más grande que los demás; borde revuelto (curvado hacia el envés, pero puede ser recto y ligeramente aserrado en las hojas de sombra); envés tomentoso (glabrescente, casi sin pelos, en las hojas de sombra). Follaje fino verde oliváceo; corteza viva rojiza o rosada, con vetas verde claro o amarillas, de sabor amargo (taninos). Copa en forma de pirámide invertida, profusamente ramificada; ramas sinuosas y muy empinadas. El árbol supera los 20 m de altura**Weinmannia tomentosa**

- Hojas opuestas, imparipinadas, pequeñas (< 8 cm), con tres, cinco o máximo siete folíolos cada una. Los folíolos son más grandes que en la anterior y el foliolo terminal es típicamente lanceolado y duplica o triplica en tamaño a los laterales**Weinmannia bogotensis**

- Hojas opuestas imparipinadas, grandes (> 15 cm), nudos comprimidos dorsiventralmente, con uno, tres y hasta siete folíolos aserrados grandes (> 6 cm)**Brunellia sp.**

Hojas compuestas alternas. De cada nudo de la ramita nace sólo una hoja.

- Hojas alternas grandes (> 20 cm), paripinadas (termina en un par de folíolos); más de seis folíolos por hoja, grandes (> 5 cm), de base marcadamente asimétrica. La base del pecíolo (donde se inserta en la ramita) engrosada (pulvínulo) con sección triangular. Ramitas oscuras con lenticelas claras (casi blancas) alargadas. Corteza externa profusamente fisurada. Copa amplia muy ramificada; ramas sinuosas no muy empinadas. El árbol alcanza más de los 25 m de altura**Cedrela montana**

- Hojas alternas medianas (< 18 cm), imparipinadas (termina en un foliolo apical solitario), con 5 o 7 folíolos aserrados, marcadamente dorsiventrales (envés muy claro, amarillento); base del pecíolo expandida formando una vaina que abraza parcialmente la ramita. Corteza rojiza escamosa, tronco grueso y ramas retorcidas. Es de los pocos árboles de páramo**Polylepis cuadrijuga**

Hojas simples (plantas leñosas, sin espinas)

Hojas simples opuestas (sobre cada nudo salen dos o más hojas).

- Hojas simples opuestas verticiladas. Formando frecuentemente verticilos de tres (tres hojas salen del mismo nudo en la ramita).

- Hojas coriáceas, con olor mirtáceo (a guayaba verde), puntos traslúcidos, nervios secundarios rectos, paralelos entre sí y unidos hacia el borde de la hoja formando un nervio colector marginal.....**Myrcianthes rhopaloides**

- Hojas cartáceas (textura normal) con nervios secundarios curvos, fuertemente ascendentes, alternos y escasos (< 5). Ramitas grises claras, con abundantes lenticelas y surcos interpeciolares.....**Viburnum triphyllum**

- Hojas simples opuestas curvinervias: paralelos al nervio central corren desde la base hasta el ápice otros dos, cuatro (a veces seis) nervios principales. Los nervios secundarios son rectos, paralelos entre sí y perpendiculares a los principales (como peldaños de una escalera). Es la hoja típica de los sietecueros, tunos y afines (familia Melastomataceae).

– Envés con pelos largos, curvos, dirigidos hacia el ápice. Hojas coriáceas, pequeñas y alargadas, con el haz glabro (sin pelos) verde oscuro. Corteza escamosa de tono naranja. Crece en forma de árbol. Flores violeta y fucia con estambres amarillos**Tibouchina lepidota**

– Similar a la anterior, pero con haz más claro y cubierto de tomento corto, la hoja es más membranosa y más ancha (= 5 cm). Ramas muy delgadas. Crece en forma de arbusto alto (> 2m). Flores de color rojo sangre**Tibouchina grossa**

– Hojas pequeñas, glabras (sin pelos), muchas de ellas rojas (viejas). Vista por el envés, carece de nervios secundarios (sólo se ven poros oscuros)**Bucquetia glutinosa**

– Muy similar a la anterior, pero las hojas generalmente más pequeñas (< 3 cm), las hojas viejas rojas en posición péndula; vistas por el envés se pueden ver claramente los nervios secundarios**Monochaetum myrthoideum**

– Hojas pequeñas, ligeramente coriáceas, de forma variable y con un par de «bolsillitos» muy pequeños, entre las bases de los nervios en el envés**Miconia ligustrina**

– Hojas medianas (7-15 cm), alargadas, ligeramente coriáceas, borde ligeramente revoluto (curvado hacia el envés); la hoja es marcadamente dorsiventral, pues el envés presenta un tono característico que varía de blanquecino o amarillento a ocre o anteado (casi dorado). Los frutos maduros son unas bayas esmeraldinas.....**Miconia squamulosa**

– Hojas de forma y tamaño similar a la anterior, pero con el borde ligeramente aserrado, el envés amarillento y con tricomas estelados, especialmente junto al nervio central (parecen biruta de borrador de goma).....**Miconia biappendiculata**

– Hojas medianas a grandes (> 7 cm), de forma casi redondeada, totalmente glabras y sin coloraciones especiales. En los nudos se ve un surco interpeciolar en forma de pestaña semi-circular, que es su rasgo más distintivo. Crece como árbol, alcanzando más de 20 m de altura**Miconia cundinamarcensis**

– Hojas medianas (10 - 15 cm), verde oscuras, de borde aserrado y pecíolos largos rojizos. Base de la hoja decurrente al pecíolo.....**Axinaea macrophylla**

– Muy similar a la anterior pero la base fuertemente revoluta, formando un par de apéndices que se curvan hacia el envés hasta tocar el nervio medio.....**Axinaea scutigera**

- Hojas redondas, pequeñas, aserradas, con los nervios secundarios rectos, ascendentes y

paralelos entre sí. Estos son los encenillos de hoja simple, difíciles para los novicios en dendrología.

– Hojas rojizas y con tomento hirsuto.....**Weinmannia rollotii**

– Hojas verde claras, glabras.....**Weinmannia myrtifolia**

• Hojas con puntos traslúcidos (apreciables a contraluz), fuerte olor mirtáceo (a guayaba verde), nervios secundarios rectos, paralelos entre sí y broquidódromos (se unen cerca del borde formando arcos).

– Hojas pequeñas (ancho < 2 cm). Forma muy variable: elípticas cortas y coriáceas a la luz; lanceoladas, alargadas y cartáceas a la sombra.....**Myrcianthes leucoxyla**

– Hojas medianas (ancho > 6 cm), cortas, casi redondeadas y muy coriáceas.....**Myrcia dugandii**

• Hojas simples opuestas largas (> 15 cm) lanceoladas, tomentosas

– Envés blanco–amarillo o verde amarillento, aterciopelado (con tricomas estelados), base aguda o redondeada pero no decurrente al pecíolo, borde ligeramente aserrado; surcos interpeciolares muy marcados; ramitas teretes (de sección redonda)**Buddleja americana**

– Hojas anchas (> 10 cm), haz amarillento, base decurrente al pecíolo; ramitas tetragonales (de sección cuadrada)**Cytharexylum subflavescens**

– Hojas verdes blanquecinas; envés cubierto de tricomas estelados blanquecinos (con apariencia de viruta de borrador de goma). La vernación foliar es típicamente conduplicada.....**Abatia parviflora**

– Hojas claramente lanceoladas (10–15 cm), de bordes rectos casi paralelos (aserrados en los juveniles); envés blanco aterciopelado, haz verde claro tomentoso; ramitas igualmente cubiertas de tomento blanco aterciopelado; crece como arbusto, bien ramificado desde la base, tallos delgados poco leñosos. Olor mentolado (llamado «medicinal»). Médula blanca esponjosa**Eupatorium angustifolium**

– Hojas más bien deltoideas (casi triangulares) a subcordadas (casi acorazonadas) membranosas y trinervias (nervios secundarios saliendo de la base); tallos huecos (o con médula esponjosa blanca abundante) pardo–verdosos, anillados (surcos interpeciolares muy marcados)**Smallanthus pyramidalis**

• Hojas simples opuestas, redondas grandes (> 15 cm), muy gruesas y coriáceas, de borde ligeramente revuelto (curvado hacia el envés), marcadamente dorsiventrales (envés muy claro, haz verde oscuro lustroso); los nervios secundarios son finos, rectos, paralelos, poco o nada discernibles; latex amarillo en hojas, ramitas y tronco. Frecuentes raíces adventicias (colgando de las ramas) y fúlcreas (zancos en la base del tronco).....**Clusia multiflora**

- Hojas simples opuestas, medianas (7–10 cm), alargadas, sin nervios secundarios evidentes, con puntos oscuros redondos en el envés. Frecuente coloración púrpura o rojiza, sobre todo en las hojas jóvenes y en las más expuestas al sol; pecíolos decurrentes a surcos en las ramitas. Ramitas herbáceas verde claras.....**Gaiadendron punctatum**

- Hojas simples opuestas, aserradas, medianas (> 8 cm), ovadas, trinervias por encima de la base (un poco delante de la base, dos nervios principales salen del central y corren paralelos a éste hasta la punta). Nervios secundarios traslúcidos (se ven amarillentos a trasluz). Fuerte olor mentolado (llamado «medicinal»). Médula blanca esponjosa. Ramitas surcadas. Arbusto alto (= 3.5 m) en suelos pantanosos.....**Ageratina aristellii**

- Hojas simples opuestas, elípticas, cartáceas, pequeñas (5–8 cm). Es poco peculiar: la típica hoja «con forma de hoja» tal cual la dibujaría un niño. Sin embargo se distingue fácil en atención a sus nervios secundarios escasos (menos de 5), muy curvos y fuertemente ascendentes (dirigidos hacia el ápice de la hoja). Ramitas bien leñosas, grises claras (casi plateadas) con lenticelas bien marcadas y surcos interpeciolares.....**Viburnum spp.**

– Tendencia de las hojas a agruparse en verticilos de tres (tres hojas naciendo del mismo punto sobre la ramita), pero es necesario revisar bien toda la planta. Ramitas más rectas y gruesas; inflorescencias (corimbos) más amplios (diámetro > 6 cm) que en la otra especie similar.....**Viburnum triphyllum**

– Casi idéntico al anterior. Es menos abundante, no asciende por encima de los 2800 msnm. Se distingue (difícilmente) en que nunca agrupa las hojas en verticilos (sólo pares); las ramitas son más delgadas y curvas; las inflorescencias (corimbos) son más pequeñas (diámetro < 6 cm)**Viburnum tinoides**

Hojas simples alternas (en cada nudo nace sólo una hoja).

- Hojas simples alternas con lóbulos (margen de la hoja con entradas y salidas fuertes)

Hojas grandes (> 30 cm) membranosas, en ramilletes terminales, pinatilobadas (los lóbulos dispuestos a lado y lado del nervio central) lo que le da apariencia de palmita. Envés blanquecino, hojas viejas amarillas. Tronco delgado, sinuoso y ramificado desde abajo.....**Bocconia frutescens**

– Hojas grandes (> 20 cm) cartáceas palmatilobadas (en forma de mano) con 5–7 dedos cada una y de formas muy variables; envés frecuentemente tomentoso, pecíolos largos y de tamaños desiguales; crecimiento rítmico (hojas agrupadas a tramos sobre los tallos).....**Oreopanax floribundum**

– Similar a la anterior, pero las hojas con más coriáceas, en envés es pardo - ferrugíneo, con sólo tres dedos y típicamente enhiestas (las hojas están inclinadas apuntando hacia arriba).....**Oreopanax bogotense**

– Hojas pequeñas, con lóbulos inconstantes y poco marcados. Las hojas viejas se tiñen irregularmente de rojo, naranja, pardo y amarillo (como pintadas con acuarela). Pecíolos

largos y delgados con una mota de tomeno en el punto de inserción en la base de la hoja. Las estípulas verdes, conspicuas, en forma de riñón son bastante constantes. Aunque esta especie no se distingue por sus lóbulos, en ocasiones la hoja (generalmente acorazonada) presenta indentaciones someras en el margen.....**Vallea stipularis**

- Hojas diminutas, lineares (como de ciprés o pino). Arbustos de subpáramo, frecuentes en suelos alterados por pastoreo y agricultura en zonas altas.

– Forma de pino en miniatura (altura máxima 4 m, pero frecuentemente inferior a 1.5 m), las ramitas cubiertas de diminutas hojas imbricadas se ordenan sobre las ramas en cuatro filas (fácil de apreciar si se miran por encima, desde las puntas). Flores frecuentes, de cinco pétalos redondos amarillos**Hypericum goyanesii**

– Arbusto pequeño (talla < 50 cm), hojas lineares (= 1 cm), densas y lacias pero dirigidas hacia arriba. Flores amarillas conspicuas y frutos rojos diminutos**Hypericum strictum**

- Hojas pequeñas (< 2.5 cm), densamente dispuestas sobre las ramitas. Copas densas, arquitectura achaparrada. Son los típicos arbolitos y arbustos del subpáramo (la mayoría de ellos Ericáceas). Fáciles de confundir entre sí, son los responsables del desaliento de los aprendices de dendrología altoandina.

– Hojitas plegadas por el nervio central hacia el haz (como un libro), el haz verde muy claro sin nervios secundarios y (lo que es más clave) el ápice claramente emarginado (la punta de la hojita está «metida», como terminada en una muesca)**Myrsine dependens**

– Hojitas revolutas (borde curvado hacia el envés), hacia el ápice están curvadas hacia arriba; envés blanquecino azulado (glauco). Pecíolos y ramitas delgados, cubiertos por un tomento hirsuto amarillento**Befaria resinosa**

Hojitas acorazonadas, cubiertas por tomento muy ralo; envés claro, casi blanco, cruzado por nervios secundarios oscuros (casi negros) finamente reticulados (como un encaje). Técnicamente este género se disingue de otros similares por el ovario súpero y el cáliz que se hace carnoso y adherido al fruto.....**Gaultheria anastomosans**

– Hojitas elípticas, cubiertas por un tomento amarillento muy ralo. El contraste de los nervios sobre el envés no es tan marcado. La apariencia general de la planta es muy variable. Técnicamente este género se diferencia de otros afines por el ovario súpero y el cáliz extrorso (no se torna carnoso y las puntas de los sépalos no están adheridas al fruto). Fruto altamente tóxico**Pernettya prostrata**

- Hojas con puntos y líneas traslúcidos. A contraluz se observan puntuaciones redondas y lineares.

– Hojas verde claras amarillentas, cartáceas; nervios secundarios inconspicuos. Corteza viva rosada o verde. Ramitas y pecíolos cubiertos de tomento corto aterciopelado ferrugíneo. Frutos sésiles (sin pedúnculo) forrando las ramitas (si no está en fruto las ramitas se ven cubiertas de cicatrices)**Myrsine coriacea**

– Hojas verde oscuras, ligeramente coriáceas. Nervios secundarios inconspicuos (se ve como

si no tuviera). Corteza viva roja. Frutos como en la anterior. Las yemas apicales están rodeadas por unas brácteas curvas (como el sombrero de un arlequín)**Myrsine guianensis**

– Muy similar a la anterior, pero las ramitas más gruesas y marcadas por gruesas y densas cicatrices foliares. Los nervios secundarios aunque tenues son bien visibles, estando muy curvados hacia el ápice**Geissanthus andinus**

– También muy semejante a las dos anteriores. Difícil de diferenciar, salvo por los tenues nervios secundarios que hacia el borde se unen unos con otros para formar un nervio marginal que es apenas una línea traslúcida. La forma de la Hoja es consistentemente obovada (en forma de huevo con el extremo angosto apuntando hacia el pecíolo). La inflorescencia es una densa panícula apical (en la punta de la ramita), imposible de encontrar en las anteriores**Ardisia sp.**

• Hojas simples alternas aserradas, trinervias por encima de la base (un poco delante de la base, dos nervios principales salen del central y corren paralelos a éste hasta la punta). Fuerte olor mentolado (llamado «medicinal»). Médula blanca esponjosa. Pecíolos decurrentes a los surcos de las ramitas.

– Hojas medianas (8 - 16 cm), verde claras, marcadamente lanceoladas**Baccharis latifolia**

– Hojas pequeñas (< 6 cm) viscosas (cubiertas de una resina mentolada pegajosa, no siempre evidente); nervios secundarios traslúcidos (se ven amarillentos a trasluz). Arbusto pequeño (= 1.5 m)**Baccharis revoluta**

• Hojas simples alternas aserradas pinatinervias (es decir, no trinervias), anchas (> 7 cm).

– Hojas claramente ovadas (en forma de huevo con el extremo ancho hacia el pecíolo), cartáceas, verde claras, fuertemente aserradas. Nervios secundarios densos, rectos, paralelos entre sí y oblicuos al central. Es un árbol nativo caducifolio, propio de márgenes de cursos de agua (ripario)**Alnus acuminata**

– Hojas ovadas a lanceoladas, verdo oscuras, membranosas, cubiertas con tomento corto en haz y envés; base decurrente al pecíolo. Nervios secundarios sin rasgos particulares. Corteza externa oscura**Cordia lanata**

• Hojas aserradas con envés glauco (casi blanco) y finamente reticulado (nervios secundarios formando una fina red).

– Hojas pequeñas (> 4 cm), muy dentadas, con nervios secundarios fuertemente ascendentes, dispuestas en ramilletes sobre ramitas muy cortas a lo largo de las ramas mayores muy horizontales. Ramitas tiernas rojizas. Arquitectura llamativa, en forma de pagoda, con el follaje fino y dispuesto por capas horizontales.....**Escallonia myrtilloides**

– Hojas un poco mayores que la anterior (= 7 cm), obovadas (en forma de huevo con el extremo angosto hacia el pecíolo), borde ligeramente aserrado; envés glauco y finamente reticulado (nervios secundarios y terciarios muy finamente divididos en forma de malla);

ramitas jóvenes rojizas. Copa frondosa, de tono claro, contrastante con el tronco oscuro y sinuoso**Escallonia paniculata**

– Aunque anotada arriba por sus espinas, esta otra especie presenta hojas de envés glauco, algo similares a las de E. Myrtilloides. Los bordes no son realmente aserrados, sino dentados y espinosos. Se trata de un arbusto espinoso y carece de la arquitectura en pagoda**Berberis rigidifolia**

– Tenida en cuenta a través de la clave por diversos rasgos, esta otra especie también podría encajar aquí, debido al borde ocasionalmente dentado (lóbulos subdesarrollados) y su envés glauco finamente reticulado, en el que destaca la mota de tomento blanco en la inserción del pecíolo bajo la lámina foliar. Las estípulas foliosas en forma de riñón (en la inserción del delgado pecíolo a la ramita) son distintivas**Vallea stipularis**

- Hojas elípticas alargadas (> 8 cm), con envés de color llamativo contrastante (marcadamente dorsiventrales).

– Envés blanco, haz verde oscuro lustroso; nervios secundarios inconspicuos; sabor muy picante**Drimys granadensis**

– Envés dorado, con textura similar al satén o la seda; nervios secundarios tenues.....**Ocotea sericea**

- Hojas grandes (> 10 cm) membranosas, marcadamente asimétricas en la base (un lado es más corto que el otro); tallos nudosos (con los nudos engrosados como rodillas). Estos caracteres definen las Piperáceas.

– Hojas acorazonadas u ovadas, lisas, haz verde lustroso. Árbol de hasta 15 m de altura, aunque generalmente no pasa de los 5.....**Piper bogotense**

– Hojas elípticas, lagunadas (llenas de depresiones en el envés, como pequeñas pocetas). Arbusto bejucoso (< 1.5 m)**Piper lacunosum**

- Hojas grandes (> 15 cm), membranosas, simétricas, lanceoladas u oblanceoladas (lanceoladas con el extremo angosto hacia el pecíolo)

– Hojas verde claro, con tomento corto, ralo; base decurrente al pecíolo (haciéndolo alado). Tallos huecos, ligera e incompletamente anillados. Olor mentolado (llamado «medicinal»). Médula blanca esponjosa en las ramitas.....**Verbesina elegans**

– Hojas lanceoladas verde claras, curvadas hacia abajo, con olor acre (al macerar).....**Datura arborea**

– Hojas oblanceoladas aserradas, con tomento denso, ligeramente hispido (pelos un tanto tiesos) amarillento o rojizo. Nervios secundarios rectos, densos y paralelos entre sí, terminados en horquilla en los bordes. La yema foliar cubierta por hojitas tiernas aterciopeladas y curvadas sobre la misma**Saurauia ursina**

- Hojas pequeñas (< 5 cm), estrechas, alargadas y revolutas (cóncavas hacia el envés),

dispuestas en densas espirales sobre las ramitas.

– Hojas ligeramente coriáceas, amarillo ocre a verde amarillento por el envés, blancas aterciopeladas por el haz; estrechas (ancho < 0.5 cm) alargadas (2–4 cm) y revolutas (cóncavas hacia el envés). Arbusto de flores rojo fuego (3–5 cm) muy vistosas.....

Siphocampylus columnae

– Hojas muy estrechas (ancho < 0.3 cm), en densos espirales sobre las ramitas; verde claras en el haz, envés cóncavo blanco aterciopelado. Pecíolos muy cortos (casi sésiles) decurrentes a los surcos de las ramitas. Copa globosa; follaje fino, denso, blanquecino. Olor fuerte mentolado. Corteza gris clara, profunda y profusamente fisurada. Arbolito (= 6 m).....**Diplostephium rosmarinifolium**

– Hojas un poco más anchas que el anterior (ancho 0.3 - 0.5 cm), verde claro (pero no blanquecino); haz glabra y lustrosa, dispuestas en espirales densas sobre las ramitas; pecíolos similares a la anterior**Senecio pulchellus**

Hojas más anchas que las anteriores (ancho aprox. 1 cm), coriáceas, marcadamente revolutas y dorsiventrales (haz verde muy oscuro, envés claro). Su apariencia general es la del follaje de un cucharo (*Myrsine guianensis*) en miniatura, del cual se diferencia, sin embargo, por la falta de puntuaciones traslúcidas.....**Ternstroemia meridionalis**

– Hojas muy amarillentas, aserradas y cartáceas, de forma y tamaño variable (generalmente > 5 cm, pero ocasionalmente hasta de 15 cm); generalmente revolutas (cóncavas hacia el envés) pero a veces planas. Las hojas maceradas revelan su contenido de cera y tiñen los dedos de amarillo. Tiene el olor más fuerte de todas las especies aquí listadas; huele a laurel.....**Myrica parvifolia**

• Obovadas (en forma de huevo con el extremo angosto hacia el pecíolo), aserradas, con nerviación secundaria poligonal, más marcada en el envés, con los nervios secundarios dibujando un diseño de polígonos mayores hacia el centro y menores hacia el borde (similar al caparazón de una tortuga)

– Hojas muy pequeñas (< 2.5 cm), coriáceas y aserradas; marcadamente dorsiventrales por su envés muy claro, con los nervios formando un diseño de polígonos en mosaico que recuerdan el caparazón de una tortuga**Ilex kunthiana**

Hojas mayores que la anterior (3–5 cm), cartáceas y aserradas (acrenuladas); el envés es ligeramente glauco y con el diseño poligonal bien definido. Para principiantes esta planta puede confundirse fácilmente con los mortiños (*Hesperomeles*) de los cuales se distingue fácilmente por carecer de espinas apicales y por el dibujo de «tortuga» (Ver *Ilex*).....**Symplocos theiformis**

• Hojas coriáceas, trinervias (varios nervios, usualmente 5, salen del mismo punto en la base de la hoja). Tamaño y forma muy variables (5–15 cm). La base de la hoja generalmente acorazonada. Las hojas jóvenes son rojas, por lo que la planta aparece coronada de penachos rojos (ramas jóvenes). El envés es marcadamente claro (hoja ligeramente dorsiventral) con puntuaciones oscuras inconspicuas. La nerviación trinervia permite diferenciar rápidamente esta especie de *Macleania rupestris*, cuyo aspecto general es muy similar. La corteza externa es rosada y muy escamosa**Cavendishia cordifolia**

- Hojas coriáceas, de medianas a grandes (> 5 cm), ligeramente aserradas

– Hojas elípticas (5–7 cm) muy coriáceas (cartáceas a la sombra), nervios prominentes en el envés; envés aterciopelado, ferrugíneo (naranja) en las hojas jóvenes y gris en las viejas; borde muy ligeramente aserrado**Clethra fimbriata**

– Hojas medianas (10–15 cm) oblanceoladas, glabras (sin pelos), ligeramente coriáceas a cartáceas; haz verde oscuro lustrosa; nervios secundarios muy marcados, curvos y terminados en horquillas en los bordes ligeramente aserrados.....**Clethra fagifolia**

– Hojas acorazonadas alargadas (5–8 cm), con tomento rojizo hirsuto, notoriamente rojizas–púrpura y ligeramente revolutas (cóncavas hacia el envés); nerviación finamente reticulada en el envés; borde finamente aserrado.....**Gaultheria erecta**

- Hojas coriáceas, pinatinervias, ovadas a elípticas, de borde entero (o con unas pocas muy discretas indentaciones)

Hojas ovadas medianas a grandes (8–17 cm), coriáceas, muy gruesas, marcadamente dorsiventrales; haz verde oscuro, envés claro con puntuaciones verde oscuro, glabrescente (con tomento corto y escaso muy inconspicuo). La nerviación pinada, con unos pocos nervios secundarios curvos y fuertemente aserentes, permite distinguirla de *Cavendishia cordifolia*, cuyo aspecto general es muy similar (pero trinervia).....

Macleania rupestris

– Hojas ovadas a elípticas, muy coriáceas, de forma y tamaño variable (5–25 cm); borde entero o ligeramente indentado. Envés notoriamente glauco (verde blanquecino casi azulado), con nerviación secundaria finamente reticulada (similar a muchas variedades de aguacate). Olor lauráceo (al macerar), en hojas tiernas y ramitas, similar al del aguacate verde**Persea mutisii**

- Estípulas (hojitas rudimentarias en la base del pecíolo, donde se inserta en la ramita) foliosas en forma de riñón; pecíolos largos con una mota de tomento blanco en el punto de inserción por debajo de la hoja; envés blanquecino finamente reticulado; haz verde lustrosa frecuentemente manchada de rojo, amarillo, naranja y pardo (como pintada en acuarela). Aunque catalogada arriba por otros caracteres, aquí se le vuelve a anotar por sus estípulas, que por norma aparecen al menos en las ramitas más jóvenes.....**Vallea stipularis**

- Hoja poco particular; elíptica, cortoacuminada (la punta ligeramente pronunciada), de tamaño variable (6–15 cm), pero suficientemente grandes para evitar confundirlo con un encenillo, a veces involuta (curvada hacia el haz). Tal vez lo más distintivo sean los nervios secundarios (vistos por el envés) tenues, escasos y broquidódromos (se curvan uniéndose unos a otros por las puntas, formando arcos a buena distancia del borde). Visto desde abajo, el árbol (que puede ser muy alto, hasta de 30 m) parece un gran arrayán, debido a que la distribución densa de sus hojas alternas, las hace parecer opuestas, además de la frecuente coloración rojiza de las hojas jóvenes. La corteza viva es rosada, homogénea y con un olor dulzón**Prunus buxifolia**



Volver al índice del Protocolo



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



4. FICHAS TÉCNICAS POR ESPECIE

A continuación se presentan los datos básicos de manejo de 61 especies seleccionadas por su alto valor en restauración, entre el centenar de la clave dendrológica (Sección 3). Esto no quiere decir que se pueda prescindir de las demás, las cuales son todas valiosas para la reconstrucción de los ecosistemas nativos. Sin embargo, sería demasiado extenso incluirlas todas en esta sección.

Cada especie es descrita en una ficha de acuerdo con el siguiente modelo:

1. **FAMILIA:** EN MAYÚSCULAS, la familia botánica a la que pertenece. El dato es importante, pues distintas especies de la misma familia pueden compartir muchos rasgos de manejo en vivero, función ecológica, etc.
2. **Especie:** *en cursiva*, es el nombre universalmente dado por la ciencia a esta planta. Con este nombre se la puede ubicar en otros textos.
3. **Función:** El papel que juega en la regeneración natural y en qué ecosistema, de acuerdo con el esquema seral básico (ver sección 5).
4. **Nombres comunes:** nombres que recibe a nivel local.
5. **Descripción:** talla, forma de crecimiento, morfosis (formas en ambientes especiales), rasgos dendrológicos distintivos.
6. **Posición ambiental:** rango altitudinal en metros sobre el nivel del mar (msnm). Tipo de suelo (por textura y drenaje) y posición en el relieve (geoforma). Ambientes particulares en que se encuentra (taludes, orillas de quebradas, rocas, focos de erosión, etc.). Preferencias de luz (heliófila o umbrófila). Humedad atmosférica.
7. **Posición sucesional:** posición dentro del esquema seral básico y seres a las que pertenece. Aptitud pionera (capacidad de colonizar suelos desnudos). Dispersión (ornitócoro, anemócoro, etc.). Sociabilidad. Otros atributos vitales relevantes para la restauración (adaptación al fuego, prolificidad, etc.).
8. **Aplicación:** en qué tratamientos generales y específicos puede ser aplicado (según los cuadros de restauración identificados).

9. **Otros usos:** aparte de su valor de preservación y su aplicación a la restauración, qué otra importancia económica tiene la especie y cuáles son sus usos tradicionales o locales reportados.

10. **Propagación:** qué parte de la planta se emplea, cómo se colecta y cómo se procesa para reproducir la planta en vivero. Se anota aquí qué aspecto tiene el fruto cuando la semilla está lista para ser recogida.

Listado de Especies en las Fichas Técnicas

Las fichas técnicas incluyen 61 especies dinamogenéticas nativas de todo el Distrito, en orden alfabético según su nombre científico. Si se desea buscar por el nombre común, puede ubicar el nombre científico en la siguiente tabla y buscarlo luego alfabéticamente en las fichas.

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
aguacatillo gigante	<i>Ocotea heterophylla</i>	guayabo	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>
aji de páramo	<i>Drimys granadensis</i>	gurrubo	<i>Solanum lycioides</i>
aliso	<i>Alnus acuminata</i>	hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i>
almanegra	<i>Buddleja americana</i>	huesito	<i>Ceissanthus andinus</i>
amargoso	<i>Ageratina aristeti</i>	hueso	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>
arrayán	<i>Myrcianthes leucocyla</i>	jome	<i>Eupatorium angustifolium</i>
azafrán	<i>Clethra fimbriata</i>	laurel dorado	<i>Ocotea sericea</i>
borrachero rojo	<i>Brugmansia sanguinea</i>	laurel hoj pequeño	<i>Myrica parvifolia</i>
bejuco colorado	<i>Muehlenbeckia thamnifolia</i>	mano de oso	<i>Oreopanax floribundum</i>
cacao de páramo	<i>Clethra fimbriata</i>	mano de oso (tres dedos)	<i>Oreopanax bogotense</i>
canclo	<i>Drimys granadensis</i>	manteco	<i>Myrsine coriacea</i>
carrizo	<i>Chusquea scandens</i>	manzano	<i>Clethra fimbriata</i>
cedro	<i>Cedrela montana</i>	mocua	<i>Saurauia ursina</i>
chaque	<i>Vallea stipularis</i>	mora de piedra	<i>Rubus bogotensis</i>
charne	<i>Bucquetia glutinosa</i>	mora silvestre	<i>Rubus floribundus</i>
chilco	<i>Baccharis latifolia</i>	mortino	<i>Hesperomeles spp</i>
chirlobirlo	<i>Abatia parviflora</i>	nazareno	<i>Tibouchina grossa</i>
chuscajón	<i>Chusquea weberbaueri</i>	oreja'e mula	<i>Ocotea sericea</i>
chusque	<i>Chusquea scandens</i>	palma de cera	<i>Ceroxylon andicola</i>
chuwaca	<i>Prunus buxifolia</i>	pegamosco	<i>Befaria resinosa</i>
cocua	<i>Verbesina elegans</i>	quebrolo	<i>Bucquetia glutinosa</i>
colorado	<i>Polylepis quadrijugis</i>	raque	<i>Vallea stipularis</i>
cordoncillo	<i>Piper bogotense</i>	rodamonte	<i>Escallonia myrtilloides</i>
corono	<i>Xylosma spiculiferum</i>	romero ancho	<i>Pentacalia pulchellus</i>
cortadera	<i>Cortaderia nitida</i>	romero blanco	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>
cucharo	<i>Ceissanthus andinus</i>	salton	<i>Bucquetia glutinosa</i>
cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	salvia	<i>Buddleja americana</i>
cucharo rosado	<i>Myrsine coriacea</i>	salvio	<i>Cordia lanata</i>
duraznillo	<i>Abatia parviflora</i>	sietecueros de páramo	<i>Tibouchina grossa</i>
encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>	susca	<i>Ocotea calophylla</i>
espino	<i>Barnadesia spinosa</i>	tagua	<i>Gaiadendron punctatum</i>
espino corono	<i>Xylosma spiculiferum</i>	tibar	<i>Escallonia paniculata</i>
espino garbanzo	<i>Duranta mutisii</i>	tomatillo	<i>Solanum oblongifolium</i>
estenilla	<i>Orthosanthus chimboracensis</i>	tuno esmeraldo	<i>Miconia squamulosa</i>
flor de mayo	<i>Vallea stipularis</i>	uña de gato	<i>Berberis rigidifolia</i>
gaque	<i>Clusia multiflora</i>	uva camarona	<i>Macleania rupestris</i>
gaque chiquito	<i>Clusia sessilis</i>	uva de anís	<i>Carvendishia cordifolia</i>
garrocho	<i>Viburnum tinoides</i>	uva de monte	<i>Macleania rupestris</i>
garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	uvito de páramo	<i>Gaultheria anastomosans</i>

.: Protocolo Distrital de Restauración Ecológica .:

garrocho	<i>Viburnum tinus</i>
garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>
gomo	<i>Cordia lanata</i>
guasgón	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>

uva de monte	<i>Macraea rupestris</i>
uvito de páramo	<i>Gaultheria anastomosans</i>
zarzamora	<i>Rubus bogotensis</i>



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



5. CLAVE DE TIPOS DE VEGETACIÓN

En esta sección, se presenta una guía para reconocer los tipos de vegetación nativa, a partir de las principales especies que los componen (especies dominantes), dado que el lector pueda reconocerlas con la ayuda de la clave de especies.

La utilidad de reconocer los tipos de vegetación estriba en percibir la estructura de los ecosistemas, a partir de las formas de vegetación que típicamente aparecen en determinadas condiciones ambientales y en cada etapa de la sucesión.

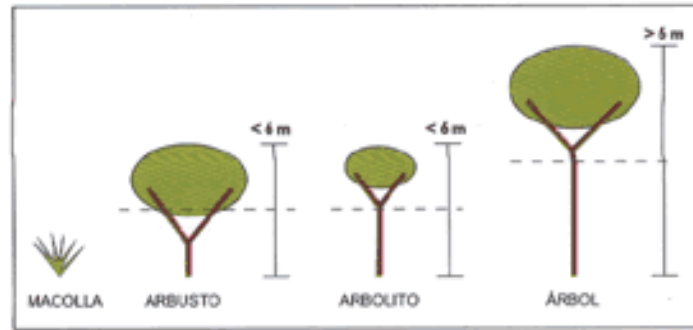
El reconocimiento de los tipos de vegetación tiene varias aplicaciones, entre otras:

- Zonificación ambiental.
- Calificación de la cobertura vegetal.
- Diagnóstico de condiciones ambientales.
- Interpretación del estado y tendencia del desarrollo del ecosistema (que es la aplicación más interesante para la restauración ecológica).

La clave se basa en atributos fisonómicos, como la altura del dosel (el techo vegetal continuo, sin contar los individuos excepcionales que sobresalen del mismo o emergentes) y la fisonomía, que es el aspecto que la vegetación tiene como resultado de los morfotipos que la componen.

Los principales morfotipos son:

- Hierba: planta de bajo porte sin porciones leñosas (sin partes con apariencia de madera o corteza muerta).
- Macolla: un tipo especial de hierba que tiene las hojas delgadas y largas, agrupadas en manojos (fascículos) y cada planta está formada por varios de estos manojos, sin tallos (rizomas) que unan una planta con otra, como muchos pastos (el quicuyo, por el contrario, no es una macolla, sino un césped, pues las matas están unidas por rizomas).
- Arbusto: planta leñosa (al menos en sus partes bajas) que se ramifica por debajo de la mitad de su altura total.
- Árbol: planta leñosa que se ramifica por encima de la mitad de su altura total (o sea, que tiene tronco y copa diferenciados) y tiene más de 6 m de alta.
- Arbolito: planta leñosa con forma de árbol (se ramifica por encima de la mitad de su altura total) pero tiene 6 m o menos de alta.



Las fisonomías resultantes son:

- **Bosque:** vegetación dominada por un estrato continuo de árboles. En la zona altoandina conviene diferenciar los grandes bosques (bosques altos) cuyas dominantes forman un dosel de más de 12 m de altura, de los bosques bajos, compuestos por árboles que rara vez sobrepasan dicha talla.
- **Bosque:enano:** vegetación dominada por un estrato continuo de arbolitos.
- **Rastrojo:** forma intermedia de vegetación, en la que se combinan diferentes morfotipos, en gran densidad y sin una estratificación diferenciada. Los rastrojos altos (incluyen bosques secundarios jóvenes) presentan predominio de árboles (pero no forman un dosel coherente) y los rastrojos bajos tienen pocos y pequeños árboles en medio de arbustos dominantes.
- **Matorral:** vegetación dominada por arbustos. Se habla de matorrales cerrados cuando hay una capa más o menos continua de arbustos, y matorrales abiertos cuando se puede caminar a través de los arbustos (sin agacharse).
- **Pajonales:** vegetación dominada por macollas.
- **Pajonal:** vegetación dominada por macollas (con apariencia de pastizales altos). Pueden ser pajonales limpios o arbustivos, dependiendo de la presencia y densidad de arbustos entre las macollas.

En la zona altoandina se dan también algunos prados y otros tipos de vegetación, localmente importantes pero que sería demasiado extenso tratar aquí.

Ecoclina principal y seres asociadas

El manejo de cada especie y cada comunidad vegetal, dentro de la restauración ecológica, depende de su ubicación en una posición ambiental (dentro de la ecoclina) y un rango sucesional (dentro de una sere). Estos conceptos fueron expuestos en el Marco Conceptual.

Por ende, el reconocer los tipos de vegetación, permite identificar correctamente el segmento de la ecoclina y la etapa sucesión en que un determinado rodal se encuentra.

El significado ambiental y dinámico del tipo de vegetación, varía dependiendo de su ubicación. Por ejemplo: un bosque enano de romeros puede indicar el clímax de la sucesión del subpáramo si se encuentra en una ladera expuesta a más de 3200 msnm en una zona de humedad media; el mismo tipo de vegetación en una zona menos alta o más húmeda, implicaría una vegetación oportunista de subpáramo que participa en las primeras etapas de regeneración de los bosques perturbados.

En general, la tendencia es que ambientes más favorables (menos fríos, más húmedos, suelos más orgánicos) y sucesiones más avanzadas, permiten que los tipos de vegetación se encuentren a cotas más altas. Por el contrario, ambientes más severos y etapas sucesionales tempranas, propician que los tipos de vegetación se encuentren en cotas más bajas que las que les son propias en situaciones primarias (sin grandes perturbaciones).

En la siguiente figura, se presenta un esquema de la ecoclina principal bogotana, mostrando los tipos de vegetación que se encontrarían, en una ladera ideal, con todos los segmentos de la ecoclina en su posición sucesional más avanzada.

En la figura pueden distinguirse los siguientes segmentos de la ecoclina:

- Vegas y fondos de valle.
- Colinas y pie de ladera.
- Laderas bajas del tiberal (mejor definido en Sumapaz).
- Laderas bajas del bosque de Lauráceas.
- Encenillal bajo.
- Encenillal medio.
- Encenillal alto.
- Bosque de rodamonte (sólo en Sumapaz).
- Límite superior del bosque (cordón de Ericáceas)
- Subpáramo.
- Páramo.

Es preciso anotar, que no se trata de franjas discretas o discontinuas, sino de puntos medios en zonas de transición. El paso de una a otra, a través del espacio, es gradual y aún dentro de cada una de ellas, pueden encontrarse elementos de la franja inferior (enclaves ambientales favorables) y otros de la franja superior (enclaves ambientales severos).

En la figura de la página 84 se han representado la fisonomía y especies dominantes que caracterizan cada uno de los segmentos mayores de la ecoclina principal bogotana.

La ecoclina principal se distribuye sobre un gradiente altitudinal complejo, que combina temperatura, textura del suelo, pendiente y drenaje, a través de una secuencia de geoformas, conocida como catena geomórfica, así:

- Vegas y fondos de valle: sere del bosque de alisos.
- Colinas y pies de ladera: sere del bosque de cedros.
- Laderas bajas: sere del bosque de Lauráceas.
- Laderas medias: seres del encenillal (bajo, medio y alto).
- Laderas altas: seres del subpáramo.
- Cimas y cuchillas: páramo.

En la franja de subpáramo se ha incluido el cinturón de Ericáceas, un tipo ecotonal propio del límite superior del bosque.

Las franjas diagonales a la derecha de la gráfica anterior, representan algunos de las franjas riparias (de orillas de ríos y quebradas) más importantes asociadas a las seres de ladera. De abajo hacia arriba:

- Rastrojo ripario de cocuas, arrayanes y duraznillos.
- Bosque ripario de raques.
- Bosque ripario de encenillo redondo y aguacatillos.
- Bosque ripario de colorados.

: *Ageratina aristeei*
Aa: *Alnus acuminata*
Ap: *Abatia parviflora*
Ba: *Buddleja americana*
Cl: *Cordia lanata*
Cm: *Cedrela montana* (pie de ladera)
Cm: *Clusia multiflora* (encenillal)
Ca: *Ceroxylon andicola*
Cs: *Chusquea scandens*
Cw: *Chusquea weberbauerii*
Dg: *Drimys granadensis*
E: Cinturón de Ericáceas
Eg: *Espeletia grandiflora*
Em: *Escallonia myrtilloides*
Ep: *Escallonia paniculata*

M: Myrcianthes spp.
M: Myrsinácea
O: Laureácea (generalmente Ocotea sp.)
Ob: Oreopanax bogotense
Of: Oreopanax floribundum
P: Persea spp.
Pb: Prunus buxifolia
Pc: Polylepis cuadrijuga
V: Bosques enanos (Vaccinión)
Ve: Verbesina elegans
Vs: Vallea stipularis
W: Weinmannia rollotii
Wt: Weinmannia tomentosa

En laderas empinadas y cortas, la ecoclina se acorta, por lo que las franjas pierden definición y algunas pueden saltarse; en laderas con pendientes moderadas y largas, pueden encontrarse (en las pocas no desforestadas) las franjas amplias y definidas.

Algunos tipos de vegetación presentan variaciones locales leves de las asociaciones principales. Estas variaciones son más cuantitativas (de proporción) que cualitativas (de composición florística). Por convención, en fitosociología se les considera como "facies" (aspectos o facetas) de los tipos principales.

Cada segmento de la ecoclina representa un ambiente diferencial y por ello, una tendencia distintiva de desarrollo sucesional, que determina su composición florística. De este modo, podemos distinguir tantas seres principales, como segmentos mayores tiene la ecoclina.

Cada sere, como tendencia de desarrollo de la vegetación, debe ser seguida exacta o aproximadamente en la restauración ecológica, para aprovechar las adaptaciones de las especies y las comunidades vegetales a ambientes y dinámicas particulares. Por ende, cada sere principal, da lugar a una línea de tratamiento que la imita, la induce, la protege y la acelera (Sección 7).

Más que presentar modelos de dichas seres, dentro de este Protocolo es preciso señalar la posición sucesional, con respecto a las mismas, de las especies dinamogenéticas y los tipos de vegetación. Lo primero se cumple en la Sección 4, mientras lo segundo se surte en esta.

Las etapas sucesionales a las cuales se pueden atribuir los tipos de vegetación, se clasifican según un sencillo modelo de progresión fisonómica, denominado esquema seral básico (figura 2).

El esquema seral básico es un modelo de la progresión fisonómica sucesional (el desarrollo en forma y tamaño de la vegetación) donde las etapas están definidas por los biotipos característicos (hierbas, arbustos, árboles, etc.) y las fases de cada etapa por los pasos en la ecesis de cada nuevo biotipo en la sere (colonización, agregación, consolidación).

El esquema seral básico es un modelo para el diagnóstico y manejo de la regeneración natural, útil como insumo dentro de la tecnología de la restauración ecológica. No pretende en ningún momento ser un modelo cognitivo ajustado a la diversidad de casos que componen la dinámica de las comunidades vegetales de las distintas regiones.

En la figura 1 se muestran las fisonomías correspondientes a este modelo, junto con la clave para su diagnóstico y el símbolo cartográfico correspondiente para efectos de zonificación.

El esquema puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Etapa Herbácea. Las participantes en esta etapa son principalmente hierbas de diversas formas (aunque también se incluyen leñosas pioneras que adelantan la siguiente etapa). En esta etapa es donde abundan las malezas, pastos y arbustos introducidos (europeos y africanos en su mayoría). La mayoría de las pioneras nativas son arbustos, con excepción de las dominantes de pajonales.

- Fase de colonización: las hierbas y otras pioneras colonizan el sustrato desnudo, el cual predomina sobre la cobertura vegetal.
- Fase de agregación: la vegetación colonizadora de los puntos favorables se expande, interconectándose. La matriz de sustrato desnudo se fragmenta y se contrae.
- Fase de consolidación: se conforma una cobertura continua de herbáceas. El sustrato desnudo queda reducido a algunos parches en los sitios más desfavorables.

Figura 2, Esquema seral básico, leyenda y fotointerpretación

SÍMBOLO	LEYENDA	DIAGNOSIS	DINÁMICA ETAPA	PERFIL
B	Bosque	Dosel arbóreo continuo	Climax forestal Inductor Preclimático	
Ra	Rastrojo alto	Dosel arbóreo discontinuo Cobertura continua tipos leñosos mixtos Sin estratificación diferenciada	Inductor Preclimático	
Rb	Rastrojo bajo	Dosel arbustivo continuo Arbolitos emergentes dispersos	Inductor Preclimático	
Mc	Matorral cerrado	Dosel arbustivo continuo	Precursor Leñoso	
Ma	Matorral abierto	Matriz arbustiva Parches herbáceos o desnudos	Precursor Leñoso	
Pa	Pastizal arbustivo	Matriz herbácea Arbustos dispersos	Precursor Leñoso	
Pl	Pastizal limpio	Cobertura herbácea continua	Herbácea	
E	Eriales	Predominio sustrato desnudo	Herbácea Herbácea	

2. Etapa del precursor leñoso. Los precursores son las primeras leñosas que aparecen en la sere, árboles y arbustos heliófilos, algunos de ellos pioneros (arrancan sobre sustrato desnudo). Los precursores son un grupo heterogéneo; algunos son oportunistas del subpáramo que descienden sobre los sitios perturbados, otros son arbustos y arbolitos del sotobosque de los rodales maduros, que participan como dominantes en las primeras etapas de la regeneración y otros son árboles y arbustos especializados en parches de perturbación (como deslizamientos y caídas de árboles). Hasta esta etapa la sere se denomina subsere, es decir, la primera parte de la serie ecológica de desarrollo del bosque.

- Fase de colonización: precursores leñosos colonizan los puntos favorables dentro de la matriz herbácea (o directamente en el sustrato desnudo).
- Fase de agregación: los precursores leñosos forman agregados (islotes de arbustos y arbolitos), los cuales se expanden e interconectan. La matriz herbácea se fragmenta y se contrae, convirtiéndose gradualmente en parches dentro de la matriz leñosa.
- Fase de consolidación: se conforma una cobertura continua de precursores leñosos. Dependiendo del morfotipo de los precursores, la fisonomía alcanzada en esta etapa corresponde a matorral, bosque enano o bosque.

3. Etapa del inductor preclimácico. Los inductores son poblaciones dominantes de los rastrojos y bosques, que se introducen a la mitad o al final de la sere (mesoseriales y tardiseriales).

- Fase de colonización: árboles (y algunos arbustos) umbrófilos crecen en los puntos favorables (que son siempre los más avanzados sucesionalmente) entre la matriz formada por los precursores leñosos y a su sombra. Es la fase de enrastrojamiento, cuando se mezclan diversidad de morfotipos y especies, empezando como rastrojos bajos.
- Fase de agregación: los agregados de inductores se expanden, interconectándose. La matriz de precursores leñosos se fragmenta y se contrae. Es la etapa de mayor densidad, cuya fisonomía corresponde a rastrojos altos.
- Fase de consolidación: se conforma una cobertura continua de árboles. Los precursores leñosos desaparecen, son relegados a los bordes o parches en sitios desfavorables. Varios precursores se mantienen dentro de los bosques climácicos, adaptando su crecimiento como arbolitos del sotobosque.

Por supuesto, esta es sólo una generalización muy gruesa. No se quiere decir que toda sucesión tiende a formar bosque. Dependiendo de la oferta ambiental y el potencial biótico en cada situación, el balance sucesional alcanzado puede llegar hasta una cualquiera de las etapas y fases descritas. Así, una mezcla de arbustos y arbolitos a 3400 msnm, muy probablemente no es una etapa en transición a bosque, sino el balance sucesional (de entradas y salidas de energía) alcanzado en dicho ambiente.

Clave fisonómica y florística de tipos de vegetación

La presente es una clave, en la cual se ordena el listado de los principales tipos de vegetación encontrados en el estudio de las áreas rurales del Distrito Capital. Con su ayuda, pueden clasificarse las coberturas vegetales encontradas en campo, como base de zonificaciones y planes de manejo.

La clave tiene la siguiente estructura:

1. Bosques altos (dosel > 12 m)
2. Bosques bajos (dosel entre 6 y 12 m)
3. Bosques enanos (dosel inferior a 6 m)

4. Rastrojos
5. Chuscales
6. Matorrales
7. Helechales
8. Frailejonales
9. Coberturas herbáceas

Dentro de cada numeral se incluyen los tipos florísticos (por especies dominantes) correspondientes a cada fisonomía. Los tipos han sido llamados con los nombres más comunes de las dominantes (ej: bosque de aliso, matorral de gurrubo), acompañado del nombre que la formación recibe localmente (ej: encenillal, saltonal, chuwapal, zarzal, etc.).

En cada tipo se anota:

- Especies dominantes (y subordinadas importantes).
- Ambiente asociado.
- Posición sucesional.
- Zonas típicas (lugares en donde es característico el tipo de vegetación).

A partir de este listado, remítase al tipo fisonómico correspondiente, según la talla y composición de morfotipos (árboles, arbustos, etc.). Dentro del tipo, busque la composición de dominantes más aproximada al rodal que intenta clasificar.

1. BOSQUES ALTOS

Dosel abierto o cerrado, a más de 12 m de altura. A continuación se enumeran, siguiendo aproximadamente su orden en la ecoclina, de abajo hacia arriba, comenzando por las vegas y fondos de valle, hasta terminar en el límite superior del bosque (límite potencial superior de la vegetación arbórea continua, que marca la transición al subpáramo).

Bosque de aliso

- Especies dominantes: aliso (*Alnus acuminata*). Con raque, garrocho, tunos, espino garbanzo, moras y helechos (*Vallea stipularis*, *Viburnum triphyllum*, *Miconia* spp. , *Duranta mutisii*, *Rubus floribundus*, Filicales).
- Ambiente asociado: alturas inferiores a 3100 msnm. Suelos higromórficos en vegas y márgenes hídricas (a veces en pantanos colgantes de ladera).
- Posición sucesional: clímax de la sere de vegas.
- Zonas típicas: Parque San Rafael; riberas del Teusacá, Verjón Bajo, Chapinero; riberas del medio río Tunjuelo, Usme y Ciudad Bolívar.

Cedral o bosque de cedro

- Especies dominantes: Cedro (*Cedrela montana*). Con tibar, almanegra, chuwapá, susca, arrayán, tunos, tominejos, raques, garrochos, cordoncillos (*Escallonia paniculata*, *Buddleja americana*, *Prunus buxifolia*,

Myrcianthes leucoxyla, *Miconia* spp., *Palicourea* spp., *Vallea stipularis*, *Viburnum triphyllum*, *Piper bogotense*).

- Ambiente asociado: pies de ladera, colinas en la sabana y las estribaciones de los cerros, cañadas de las laderas bajas. Se continúa hacia abajo con los bosques de aliso y hacia arriba con los de tibar o los de Lauráceas. También puede intergradarse en las cañadas con el encenillal bajo.

- Posición sucesional: clímax de la sere de colinas y pie de ladera.

- Zonas típicas: virtualmente extinto dentro del Distrito; Q. Chapetes, Facatativá; Q. La Bolsa, Paipa; Cerro El Corral y Parque San Rafael, La Calera.

Tibaral o bosque de tibar

- Especies dominantes: tibar (*Escallonia paniculata*). Con hueso, mocua, amargoso, tunos, trompeto entero, encenillos, raque, cucharo, garrocho, comino y otras Lauráceas (*Myrcianthes rhopaloides*, *Sauraia ursina*, *Ageratina aristei*, *Miconia* spp, *Bocconia integrifolia*, *Weinmannia* spp., *Vallea stipularis*, *Geissanthus andinus*, *Viburnum triphyllum*, *Nectandra* sp. y otras Lauraceae).

- Ambiente asociado: pies de laderas y fondos de valle y cañadas en las laderas bajas en zonas de alta humedad atmosférica.

- Posición sucesional: parece ser un bosque secundario, resultado de la destrucción histórica de los bosques de Lauráceas en las bases de las laderas.

- Zonas típicas: Tibaral, Vereda Las Ánimas, y Tunal Bajo, Sumapaz.

Bosque de Lauráceas

Estos bosques están profundamente alterados, por la entresaca de maderas valiosas de amarillos (*Nectandra* spp., *Aiouea* spp.) y de ramos de palmas de cera (*Ceroxylon andicola*). En el estudio pudieron distinguirse dos tipos (más un tercero asociado al encenillal de altura, que se trata más adelante). Actualmente se encuentran prácticamente confinados al Sumapaz, pero en otro tiempo debieron cubrir gran parte de las laderas bajas en torno a la sabana y los valles adyacentes (¿Las selvas de Usme?).

Suscal o bosque de susca

- Especies dominantes: susca (*Ocotea calophylla*). Con chuwacá, mano de oso, encenillos, amarillo, tunos, gague chiquito y cucharo (*Prunus buxifolia*, *Oreopanax floribundum*, *Weinmannia* spp., *Nectandra* spp., *Miconia* spp., *Clusia sessilis*, *Geissanthus andinus*). Este es el hábitat típico de la palma de cera (*Ceroxylon andicola*), pero es raro encontrarla allí, pues los juveniles son entresacados para el Domingo de Ramos. Se encuentran, sin embargo, algunos juveniles, en las cañadas dentro de estos bosques de Lauráceas y encenillos mixtos, donde antes las palmas eran abundantes y emergían del dosel.

- Ambiente asociado: laderas bajas, suelos arcillosos saturados e inestables, elevada humedad atmosférica.

- Posición sucesional: clímax de la sere del bosque de Lauráceas en zonas atmosféricamente hiperhúmedas.

- Zonas típicas: valle del Chochal, Veredas de Ánimas, Las Palmas y Ríos, Sumapaz.

Bosque de aguacatillo gigante

- **Especies dominantes:** aguacatillo gigante (*Ocotea heterophylla*). Con chuwacá, gague, encenillo, comino, manteco, tominejos, chusque, tuno esmeraldo y Aquifoliáceas (*Prunus buxifolia*, *Clusia multiflora*, *Weinmannia tomentosa*, *Nectandra* sp., *Myrsine coriacea*, *Palicourea vaginata*, *Chusquea scandens*, *Miconia squamulosa*, *Ilex* spp.).
- **Ambiente asociado:** laderas bajas y medias con suelos pesados, humedad atmosférica media. Se continúa hacia arriba con el encenillal bajo.
- **Posición sucesional:** clímax de la sere de laderas bajas.
- **Zonas típicas:** un relicto en la quebrada Contador, Usaquéen.

Chuwacal o bosque de chuwacá

En medio de los bosques de Lauráceas, como facies de los mismos, o como producto de la entresaca de las Lauráceas, pueden encontrarse consociaciones de distintas especies nativas de *Prunus*, regionalmente conocidas como chuwacales o bosques de chuwacá. Hacia las cañadas bajas, el chuwacá aparece asociado al arrayán y el mano de oso (*Myrcianthes leucoxyla*, *Oreopanax floribundum*).

Bosque de gague chiquito

Se trata de rodales casi puros (consociaciones) de *Clusia sessilis*, de gran porte (> 20 m), que al parecer, representan parches secundarios dentro de los bosques de susca.

Encenillal (*Weinmannietum tomentosae*)

El encenillo (*Weinmannia tomentosa*) es la dominante del conclímax regional. Esto significa que la mayor parte de los bosques de la región son encenillales. Los encenillos comunes dominan sobre las laderas con pendientes fuertes y suelos ligeros a francos, que es la situación fisiográfica más extendida en el área rural del Distrito y municipios vecinos. En dicho rango ambiental, el encenillo común (*Weinmannia tomentosa*) se asocia como dominante a distintas subdominantes y subordinadas, que permiten diferenciar facies (aspectos) dentro del gran encenillal. Incluso por fuera de este rango, el encenillo común es frecuente en los otros bosques y rastrojos altos, como subordinada o esporádica. También es usual encontrar otras especies de encenillos en los sitios donde los suelos pesados restan predominio al encenillo común.

Bosque de encenillo y arrayán

- **Especies dominantes:** encenillo (*Weinmannia tomentosa*). Con arrayán, chusque y cordoncillo (*Myrcianthes leucoxyla*, *Chusquea scandens*, *Piper bogotense*).
- **Ambiente asociado:** fondos de cañada en laderas medias a bajas sobre litología arenosa.
- **Posición sucesional:** clímax de cañada en la sere del encenillal bajo.
- **Zonas típicas:** cañadas bajas de Usaquéen.

Bosque de encenillo y tuno roso

- **Especies dominantes:** encenillo y tuno roso (*Weinmannia tomentosa* + *Axinaea macrophylla*). Con gague,

chusque, arrayán y cordoncillo (*Clusia multiflora*, *Chusquea scandens*, *Myrcianthes leucoxyla*, *Piper bogotense*).

- Ambiente asociado: cañadas en laderas bajas, humedad atmosférica media.
- Posición sucesional: clímax de cañada en la sere de encenillales bajos.
- Zonas típicas: quebrada Los Tunos, Parque San Rafael.

Bosque de encenillo y chuwacá

Es frecuente encontrar esta asociación de *Weinmannia tomentosa* + *Prunus buxifolia*, en laderas medias y bajas, en la transición de los suelos francos del encenillal bajo a los pesados del bosque de Lauráceas.

Bosque de encenillo hoja de mirto

- Especies dominantes: encenillo hoja de mirto (*Weinmannia myrtifolia*). Con garrocho, cucharo, mano de oso, encenillo y chusque (*Viburnum triphyllum*, *Myrsine guianensis*, *Oreopanax floribundum*, *Weinmannia tomentosa*, *Chusquea scandens*).
- Ambiente asociado: suelos francos a franco arcillosos, pendiente fuerte a moderada, humedad atmosférica de media a baja.
- Posición sucesional: difícil de establecer con base en un único relicto. Sin embargo, parece hacer parte de una facies transicional entre el encenillal medio y el bajo.
- Zonas típicas: un solo relicto, con sólo seis individuos. Peña de María, microcuenca de Los Tunos, Parque San Rafael. La dominante se creía extinta desde 1952.

Bosques de encenillo y mano de oso

- Especies dominantes: encenillo y mano de oso (*Weinmannia tomentosa* + *Oreopanax floribundum*). Con gague, cucharo, cucharo rosado y chusque (*Clusia multiflora*, *Myrsine guianensis*, *Myrsine coriaceae*, *Chusquea scandens*). Las facies riparias (cañadas) a través de este bosque, corresponden a la transición al bosque de Lauráceas con susca y oreja de mula (*Ocotea calophylla*, *Ocotea sericea*).
- Ambiente asociado: laderas bajas con pendientes fuertes a moderadas, laderas altas, pero siempre con drenaje limitado por suelos francos a franco arcillosos. Humedad atmosférica de media a alta.
- Posición sucesional: clímax de la sere del encenillal bajo.
- Zonas típicas: encenillales de Torca, parte alta de Contador, Usaquéen.

Bosque de encenillo, gague y cucharo (encenillal típico)

- Especies dominantes: encenillo, gague y cucharo (*Weinmannia tomentosa*, *Clusia multiflora*, *Myrsine guianensis*); en algunos lugares el cucharo puede ser *Geissanthus bogotensis*, *Myrsine coriaceae* o *Ardisia* sp., pero rara vez falta esta asociada Myrsinácea. Con trompillo, tominejo, chusque, pegamosco (*Ternstroemia meridionalis*, *Palicourea linearifolia*, *Chusquea scandens*, *Befaria resinosa*) y elementos del cordón de Ericáceas. La facies riparia está conformada por un cordón casi puro de raque (*Vallea stipularis*) y

chusque (*Chusquea scandens*).

- Ambiente asociado: laderas medias (2900–3100 msnm), pendientes fuertes, suelos franco arenosos, humedad atmosférica media a alta.

- Posición sucesional: representa el superclímax del encenillal o encenillal típico. Tope de la sere del encenillal medio.

- Zonas típicas: río Palo Blanco, San Cristóbal; quebradas Chicó y La Vieja, Chapinero; bosque de los macrobióticos, Verjón Bajo, Chapinero; partes altas de Contador y Torca, Usaquén.

Bosque de encenillo y mano de oso (tres dedos)

- Especies dominantes: encenillo y mano de oso de tres dedos (*Weinmannia tomentosa* + *Oreopanax bogotense*). Con uva de anís, chusque, cucharo, canelo (*Cavendishia cordifolia*, *Chusquea scandens*, *Ardisia* sp., *Drimys granadensis*).

- Ambiente asociado: laderas altas (por encima de 3200 msnm) con pendientes fuertes a moderadas, suelo arcilloso a franco arcilloso, atmósfera perhúmeda.

- Posición sucesional: clímax del encenillal alto en suelos pesados.

- Zonas típicas: quebrada El Turín–Amoladero, Verjón Bajo, Chapinero; cuenca alta del San Francisco sobre la vía a Choachí, Santa Fe; garganta del río Santa Rosa, Santa Rosa Baja, Sumapaz.

Bosque mixto de encenillos y Lauráceas

- Especies dominantes: encenillo de hoja redonda (*Weinmannia rollotii*), encenillo orejudo (*Weinmannia auriculifera*), encenillo bogotano (*Weinmannia bogotensis*). Con Lauráceas, principalmente aguacatillo de monte, aguacatillo rojo y laurel dorado (*Persea mutisii*, *Persea ferruginea*, *Ocotea sericea*).

- Ambiente asociado: laderas altas (por encima de 3100 msnm) con suelos francos a pesados, pendientes moderadas a fuertes y atmósfera hiperhúmeda.

- Posición sucesional: probablemente se trata de una facies de suelos pesados dentro del clímax del encenillal de altura.

- Zonas típicas: quebradas Amoladero y León, Verjón Bajo, Chapinero.

Bosque de encenillo y canelo

- Especies dominantes: encenillo y canelo (*Weinmannia tomentosa* + *Drimys granadensis*). Es una asociación notablemente homogénea; aparte de la densa grex de chusque (*Chusquea scandens*) aparecen otras pocas subordinadas, la mayoría del límite superior del bosque: manzano, trompillo, nazareno (*Clethra fagifolia*, *Ternstroemia meridionalis*, *Tibouchina grossa*) y elementos del cordón de Ericáceas. La facies riparia prosigue el cordón de raques de las cañadas que ascienden del encenillal medio.

- Ambiente asociado: laderas altas (por encima de 3100), con pendientes fuertes y atmósfera perhúmeda. Suelos arenosos a francos. Es el encenillal de los sitios más fríos y húmedos como cañadas y cimas en núcleos locales de condensación.

- Posición sucesional: clímax del encenillal de altura perhúmedo.
- Zonas típicas: Monserrate y San Francisco, Santa Fe.

Bosque de palo-tigre, gaque y canelo

- Especies dominantes: palo tigre, gaque y canelo (*Brunellia* sp., *Clusia multiflora*, *Drimys granadensis*). Con granizo (*Hedyosmum* spp.) como principal acompañante, junto a aguacatillo (*Persea mutisii*), chusque (*Chusquea scandens*), encenillos mixtos (*Weinmannia* spp.) y elementos del cordón de Ericáceas.

Ambiente asociado: laderas altas, con suelos francos. Atmósfera fría e hiperhúmeda, con niebla constante todo el año.

- Posición sucesional: bosque secundario (preclimácico) propio de pasos de niebla en el encenillal de altura.
- Zonas típicas: aunque el estudio no detectó rodales dentro del Distrito, es un tipo de vegetación frecuente a nivel regional y el mejor ejemplo, entre los más cercanos, de bosque de niebla altoandino. Cuchilla de Matechusque, La Calera; Alto de San Miguel, Facatativá.

Bosque de rodamonte

Este es un bosque alto (> 12 m) y continuo, distinto de otros dos tipos de vegetación en que domina el rodamonte (*Escallonia myrtilloides*) y que se describen más adelante (el bosque enano de rodamonte y el rastrojo ripario de rodamonte y amargoso).

- Especies dominantes: rodamonte (*Escallonia myrtilloides*). Con tuno, colorado, chuscajón, blanquillo, nazareno, amargoso chiquito, encenillo (*Miconia salicifolia*, *Polylepis cuadrijuga*, *Chusquea weberbauerii*, *Gynoxis* sp., *Tibouchina grossa*, *Baccharis revoluta*, *Weinmannia tomentosa*) y elementos del cordón de Ericáceas.
- Ambiente asociado: en las laderas hiperhúmedas del Sumapaz, sobre el encenillal no se encuentra el límite superior del bosque (como es norma para la mayor parte de la región); en lugar de eso, la ecoclina presenta aún un tipo más de bosque antes del subpáramo. El bosque de rodamonte está asociado a suelos francos a franco arcillo arenosos, en pendientes fuertes, con elevada humedad edáfica y atmosférica, que posibilitan que esta última franja de bosque se extienda desde los 3200 hasta los 3500 msnm. En sitios alterados o hacia las partes más altas y expuestas, la fisonomía es de bosque bajo o enano (e incluso de matorral); pero en las partes más abrigadas y mejor conservadas, el rodamonte supera los 15 m de altura.
- Posición sucesional: es el clímax de la sere de rodamonte en las cuencas más húmedas del distrito, extendiendo el límite superior del bosque por encima de los 3400 msnm.
- Zonas típicas: vertiente oriental del río Santa Rosa, Santa Rosa Alta, Sumapaz.

2. BOSQUES BAJOS

Dosel inferior a 12 m y superior a 6 m. Incluye bosques secundarios y otros propios de ambientes severamente limitados por frío, sequedad o pobreza del sustrato. Los tipos se enumeran siguiendo el orden en la ecoclina, de abajo hacia arriba.

Bosque de salvio y mano de oso

- Especies dominantes: salvio y mano de oso (*Cordia lanata* + *Oreopanax floribundum*). Con espinillo, cordoncillo, tuno amarillo, tintos, garrocho y raque (*Xylosma spiculiferum*, *Piper bogotense*, *Miconia biappendiculata*, *Cestrum* spp., *Viburnum triphyllum*, *Vallea stipularis*). A veces con chusque (*Chusquea scandens*).
- Ambiente asociado: cañadas de laderas bajas y pie de ladera. Hacia abajo se intergrada con el bosque de aliso y hacia arriba con el de Lauráceas o con el encenillal bajo (en pendientes fuertes).
- Posición sucesional: bosque secundario, probablemente correspondiente a un subseral de la sere del cedro.
- Zonas típicas: Contador, Usaquén; Las Delicias, Chapinero; Aguas Caliente, Mochuelo Bajo, Ciudad Bolívar; Olarte, Usme.

Bosque de raque y espinillo

- Especies dominantes: raque y espinillo (*Vallea stipularis* + *Xylosma spiculiferum*). Con arrayán sabanero o arrayán (*Eugenia foliosa* o *Myrcianthes leucoxyla*), espinillo garbanzo, garrocho, tintos, cordoncillo (*Duranta mutisii*, *Viburnum triphyllum*, *Cestrum* spp., *Piper bogotense*).
- Ambiente asociado: suelos pesados pero bien drenados, en pie de ladera y colinas del altiplano.
- Posición sucesional: muy similar al anterior (que puede ser la facies riparia de este). Representa un bosque secundario, de la subserie del cedro.
- Zonas típicas: colinas de Suba; laderas bajas de Usaquén.

Bosque de raque y garrocho

Se trata de una facies riparia del anterior, propia de pequeñas cañadas en las laderas bajas, dominada casi exclusivamente por raque y garrocho (*Vallea stipularis* + *Viburnum triphyllum*). El espinillo (*Xylosma spiculiferum*) es una subordinada frecuente, confirmando su relación con el tipo anterior.

Bosque de laurel hojipequeño y encenillo

- Especies dominantes: laurel hojipequeño y encenillo (*Myrica parvifolia* + *Weinmannia tomentosa*). Con pocas acompañantes, como el cucharito o huesito (*Geissanthus andinus*) y tunos (*Miconia* spp.).
- Ambiente asociado: pendientes fuertes y arcillosas, alrededor de los 2900–3000 msnm. Suelos pesados inestables.
- Posición sucesional: bosque secundario en la subserie del encenillal bajo. Inductor preclimático de las series conducentes a bosques encenillo (hacia arriba) y mano de oso y bosques de Lauráceas (de susca), hacia abajo.
- Zonas típicas: veredas Las Auras, Las Ánimas y Los Ríos, Sumapaz.

Bosque ripario de raque

- Especies dominantes: raque o chaque (*Vallea stipularis*), muy tolerante al frío, las heladas y los suelos mal

drenados. Tiene pocas acompañantes, como chusque, garrocho, mortiños (*Chusquea scandens*, *Viburnum triphyllum*, *Hesperomeles* spp.).

- Ambiente asociado: conforma la franja riparia que cubre el fondo de las cañadas y las márgenes hídricas a través del encenillal medio y alto, en atmósferas generalmente húmedas. Puede interpretarse como el paso del raque, de subordinada a dominante del bosque ripario, por encima de la cota máxima del aliso (3100 msnm). Hacia las laderas adyacentes la transición es brusca hacia el encenillal, debido a la ventaja competitiva de éste en los suelos mejor drenados y, por contrapartida, su escasa tolerancia a la higromorfia. Por encima del límite superior del bosque se continúa en una forma enana (descrita más adelante) de cordón ripario de subpáramo.
- Posición sucesional: franja riparia del clímax del encenillal medio y alto.
- Zonas típicas: cursos medios y bajos de la cuenca del San Cristóbal; afluentes del río San Francisco, Santa Fe; cuenca alta del Teusacá, Verjón Alto, Santa Fe; alrededores de los embalses de la Regadera y Chisacá, Usme; quebradas de Guaduas y Cuevecitas, Las Mercedes, Ciudad Bolívar.

Tagual o bosque de tagua

- Especies dominantes: tagua (*Gaiadendron punctatum*). Tal vez no sobre comentar que este árbol altoandino no tiene nada que ver con la palma de tagua, con cuyas semillas se hacen las famosas artesanías boyacenses. Las acompañantes más frecuentes incluyen garrocho, maíz tostao, arrayán guayabo, chusque (*Viburnum triphyllum*, *Myrsine dependens*, *Myrcia dugandii*, *Chusquea scandens*) y elementos del cordón de Ericáceas. La misma tagua (pese a ser una Loranthácea, es un elemento propio del cordón de Ericáceas.
- Ambiente asociado: laderas empinadas a escarpadas, cerca del límite superior del bosque o en sitios paramizados, con suelos inestables y superficiales. Humedad atmosférica alta.
- Posición sucesional: precursor leñoso en la subsere del encenillal medio y alto. Clímax de bosque bajo en la sere del límite superior del bosque.
- Zonas típicas: laderas medias erosionadas de Usaquén; quebrada León, Chapinero; río San Francisco, sobre la vía a Choachí, Santa Fe. Escarpes en Santa Rosa Baja, Sumapaz.

Bosque bajo de colorado

- Especies dominantes: colorado (*Polylepis cuadrijuga*). Con chuscajón, zarcillejo, amargoso chiquito, rodamonte, tuno y laurel hojipequeño (*Chusquea weberbauerii*, *Brachyotum ledifolium*, *Baccharis revoluta*, *Escallonia myrtilloides*, *Miconia salicifolia*, *Myrica parvifolia*).
- Ambiente asociado: riberas y fondos de valle en zonas muy frías y húmedas del Parque Sumapaz, por encima de 3400 msnm. También se encuentran manchones en abrigos rocosos de pie de escarpes junto a lagunas de páramo. Hacia la parte alta se intergrada sobre las laderas bajas con el bosque de rodamonte. Hacia el curso bajo del río se intergrada con elementos de la facies riparia del encenillal alto (como el raque, *Vallea stipularis*, y el mortiño (*Hesperomeles goudotiana*). En sitios alterados o hacia las partes más altas y expuestas, la fisonomía es de bosque enano (e incluso de matorral); pero en las partes más abrigadas y mejor conservadas, el colorado frisa los 13 m de altura.
- Posición sucesional: su fragmentación y reducción actuales hacen difícil su interpretación. Muy probablemente representa la franja riparia del clímax de rodamonte, de modo análogo al bosque ripario de raque en medio del encenillal.

- Zonas típicas: riberas del río Santa Rosa y quebradas afluentes de su vertiente oriental, vereda de Santa Rosa Alta, Sumapaz.

3. BOSQUES ENANOS

Formado por arbolitos. Dosel coherente de 6 m o menos de alto. Es la vegetación más característica del subpáramo, por encima del límite superior del bosque, el cual se interpreta como la cota máxima de la cobertura forestal continua de más de 6 m de alta. Este límite fisonómico y florístico entre el bosque altoandino y el subpáramo, fluctúa entre los 3200 y los 3600, dependiendo de la humedad atmosférica (a mayor humedad, más sube el bosque altoandino).

En condiciones primarias, los bosques enanos forman masas más o menos continuas a través del subpáramo. Hacia arriba en el páramo, o en zonas de subpáramo alterado, esta vegetación se distribuye en cordones y manchones fragmentarios en medio de los pajonales y matorrales paramunos, conformando los típicos bosquetes de páramo.

Romeral o bosque enano de romero blanco

- Especies dominantes: romero blanco (*Diplostephium rosmarinifolium*). Con romero ancho, cucharo, tunos, laurel hojipequeño (*Pentacalia pulchellus*, *Myrsine guianensis*, *Miconia squamulosa*, *Myrica parvifolia*), otras especies de romeros (*Diplostephium* spp., *Pentacalia* spp.) y elementos del cordón de Ericáceas.

- Ambiente asociado: pendientes fuertes a escarpadas y afloramientos rocosos, con suelos arenosos de escasa profundidad y buen drenaje (muy asociada a las areniscas cretáceas de la Formación Guadalupe), entre los 2800 y los 3100 msnm. Al aspecto despejado de estos bosquecillos contribuye la virtual ausencia del chusque (*Chusquea scandens*) y otras competidoras, debido al drenaje excesivo. Hacia abajo se intergrada con los matorrales de tuno esmeraldo y laurel hojipequeño (*Miconia squamulosa*, *Myrica parvifolia*) y hacia arriba con el cordón de Ericáceas del límite superior del bosque altoandino (es decir, que este romeral es rupestre pero no propiamente de subpáramo).

- Posición sucesional: precursor leñoso de la subsere típica del encenillal medio.

- Zonas típicas: laderas altas de Usaquén y Chapinero; Parque Museo del Páramo, Chapinero; Cerro del Gavilán, Mochuelo Bajo, Ciudad Bolívar.

Saltonal o bosque enano de charne, azafrán y romero

- Especies dominantes: es uno de los tipos más característicos de los subpáramos de Cundinamarca, constituido por un denso y colorido mosaico de pequeños manchones de charne o saltón (*Bucquetia glutinosa*), azafrán o manzano (*Clethra fimbriata*) y romero ancho (*Pentacalia pulchellus*). Acompañantes diversas; entre ellas: té de Bogotá, mortiños, monina, uña de gato, cañuela, frailejones, jazmín de páramo (*Symplocos theiformis*, *Hesperomeles* spp., *Monnina aestuans*, *Berberis rigidifolia*, *Swallenochloa tessellata*, *Espeletia* spp., *Arcytophyllum nitidum*).

- Ambiente asociado: suelos francos a pesados en pendientes fuertes a moderadas, con humedad atmosférica media a alta, entre los 3200 y los 3500 msnm. Hacia las franjas riparias se intergrada con los rastrojos de rodamonte y amargoso (*Escallonia myrtilloides* + *Ageratina aristei*) en suelos pantanosos cede espacio a matorrales turbosos de cañuela, puya, frailejón y guardarrocío (*Swallenochloa tessellata*, *Puya* spp., *Espeletia grandiflora*, *Hypericum goyanesii*).

- Posición sucesional: clímax del subpáramo bien drenado. Subserales en zonas paramizadas de la franja del encenillal medio y alto.

- Zonas típicas: cumbres de Usaquén; Cruz Verde, Verjón alto, Santa Fe; alto del saltonal, Pasquilla y Pasquillita, Ciudad Bolívar; alto Parada del Viejo (o del Viento), Usme.

Bosque enano de guardarrocío

- Especies dominantes: manchones de reducida extensión (gregatio), de chite, pinito de páramo o guardarrocío (*Hypericum goyanesii*). Acompañantes escasas y similares a las del tipo anterior.
- Ambiente asociado: franjas riparias y suelos turbosos poco anegados en subpáramo; abrigos rocosos en páramo, sobre canchales de pie de peña.
- Posición sucesional: forma riparia dentro del clímax de subpáramo. Subserales riparios del encenillal alto.
- Zonas típicas: quebrada Farías, Verjón Bajo, Chapinero; Cruz Verde, Verjón Alto, Santa Fe. En casi todos los subpáramos desde el Alto Tunjuelo hasta Sumapaz.

Romeral sumapaceño o bosque enano de romero de monte

- Especies dominantes: romero sumapaceño o romero de monte (*Diplostephium revolutum*). Pocas acompañantes, como frailejón, puyas, valerianas, chites (*Espeletia* spp., *Puya* spp., *Valeriana plantaginea*, *Hypericum* spp.) y otras especies subordinadas de romeros (*Diplostephium* spp.) y Asteráceas (*Pentacalia* sp., *Gynoxis* sp.).
- Ambiente asociado: fondos de valles y pies de ladera en los valles altos del Sumapaz, por encima de 3300 msnm. Hacia las partes más frías es generalmente un matorral, más que un bosque enano.
- Posición sucesional: clímax de subpáramo en los valles altos del Sumapaz.
- Zonas típicas: cuenca alta del Chisacá, Usme; cuenca alta del Santa Rosa, Sumapaz.

Bosque enano de rodamonte

Es una variante fisonómica del bosque alto de rodamonte (*Escallonia myrtilloides*), dominado casi exclusivamente por arbolitos y arbustos de dicha especie. Se presenta a continuación del bosque alto de rodamonte, hacia las partes más altas y frías o alteradas (regeneración del bosque alto de rodamonte). En la cuenca alta del Chisacá (Usme) y del río Santa Rosa (Sumapaz) se encuentran extensos rodales.

4. RASTROJOS

Los rastrojos son formas de transición ambiental (a través del ecotono entre tipos principales de vegetación) o sucesional (entre las fases de colonización y agregación del inductor preclimácico). Por ello, su composición tiende a ser intermedia entre la de los bosques, chuscales y matorrales. Sin embargo, ciertos tipos de vegetación, fisonómicamente clasificables como rastrojos (densos y con mortotipos mezclados sin estratificar) tienen una composición distintiva y recurrente, es decir, que se encuentra consistentemente asociada a ciertos ambientes y permanece más o menos constante por períodos considerables de tiempo.

En este numeral se incluyen algunos de los rastrojos más característicos. Los demás deben ser tomados como formas intermedias entre los otros tipos principales, aproximándolos a uno u otro según su talla y composición florística. Los rastrojos pueden diferenciarse en bajos (bajo porte y predominio arbustivo) y

altos (mayor talla y predominio de árboles, sin formar dosel continuo).

Rastrojo bajo de tomatillo y tinto

- **Especies dominantes:** arbolitos de tomatillo (*Solanum oblongifolium*) y arbustos de tinto (*Cestrum mutisii* y otras especies del mismo género). Las asociadas varían mucho y abarcan desde chusque (*Chusquea scandens*) hasta helechos, arbustos y arbolitos diversos.

- **Ambiente asociado:** márgenes de humedales del altiplano, cañadas en laderas bajas, porciones perturbadas de cordones riparios en medio de los bosques de aliso o de raque. Suelos saturados de humedad todo el año, frecuentemente perturbados (compactación, desplomes). Amplio rango de humedad atmosférica. Se encuentra en altitudes desde los 2300 hasta los 3100 msnm.

- **Posición sucesional:** etapa del precursor leñoso y mediados de la inducción preclimácica (mesosere) en las facies riparias de un amplio rango de la ecoclina, desde las vegas hasta las laderas del encenillal medio y alto.

- **Zonas típicas:** humedal de la Conejera, Suba; fondos de las cañadas del Amoladero y León, Verjón Bajo, Chapinero; cañadas del pie de ladera de Monserrate, Santa Fe; alrededores del Embalse de La Regadera, Usme.

Rastrojo alto de cocua y duraznillo

- **Especies dominantes:** cocua (*Verbesina elegans*) y duraznillo o chirlobirlo (*Abatia parviflora*). La asociada más frecuente, aunque no muy abundante, es el cenizo (*Pollalesta* sp.), además del chusque (*Chusquea scandens*). También son frecuentes el garrocho, cajeto de páramo, tuno amarillo (*Viburnum triphyllum*, *Cytharexylum sulcatum*, *Miconia biappendiculata*).

- **Ambiente asociado:** fondos de cañadas y bordes de carreteras (botaderos y taludes inestables. Generalmente asociado a zonas de suelos inestables y derrumbes, con humedad edáfica y atmosférica alta. Rango altitudinal amplio, presentándose en los bosques de susca, de chuacá y todo el rango de encenillales hasta los bosques de encenillo y canelo, donde son un elemento ripario típico.

- **Posición sucesional:** etapa del inductor preclimácico, fase de agregación y consolidación, en las subseres ruderales (camino, escombros, derrumbes) de las cañadas en diversos bosques, con atmósferas húmedas.

- **Zonas típicas:** cuenca del San Francisco, arriba de la vía a Choachí, Santa Fe; cañadas en los bosques de susca y palma de cera de las veredas de Ríos y Las Palmas, Sumapaz.

Rastrojo alto de cucharos

- **Especies dominantes:** generalmente dominado por arbolitos de cucharo (*Myrsine guianensis*) y cucharo rosado o manteco (*Myrsine coriacea*), aunque pueden darse formaciones similares con especies de otros géneros, también llamadas cucharos, pertenecientes a la misma familia (*Myrsinaceae*), como *Geissanthus* y *Ardisia*. Las asociadas incluyen arbustos y arbolitos, como romero blanco, laurel hojipequeño, garrocho (*Diplostegium rosmarinifolium*, *Myrica parvifolia*, *Viburnum triphyllum*) y varias especies de tunos (*Miconia* spp.), así como dominantes tardiserales del encenillal, como encenillo y gaque (*Weinmannia tomentosa*, *Clusia multiflora*).

- **Ambiente asociado:** laderas bajas y medias, suelos en un amplio rango de franco arenosos a franco arcillosos; humedad atmosférica de media a alta.

- Posición sucesional: inductor preclimácico de los encenillales medios y bajos y la franja de transición al bosque de Lauráceas.

- Zonas típicas: Torca, Usaquén; Los Ríos, Sumapaz.

Rastrojo ripario de raques

- Especies dominantes: raque o chaque (*Vallea stipularis*). Entre las codominantes típicas se cuentan el canelo, arrayán guayabo, nazareno, amargoso y mano de oso de páramo (*Drimys granadensis*, *Myrcia dugandii*, *Tibouchina grossa*, *Ageratina aristeei*, *Oreopanax mutisii*).

• Ambiente asociado: cordones riparios de subpáramo que continúan el bosque ripario de raque por encima del límite superior del bosque. Se hallan rodeados de subpáramos perturbados. Hacia los sitios bien drenados se intergrada con el saltonal, matorrales de subpáramo y porciones del límite superior del bosque.

- Posición sucesional: representa el clímax ripario del subpáramo en zonas demasiado bajas para el rodamonte. Conforman los subserales de las franjas riparias del encenillal alto y parte del medio.

- Zonas típicas: quebradas de Gallinas, Santos, Farías, vereda Verjón Bajo, Chapinero; nacimientos de las quebradas Esperanza y Boquerón, Verjón Alto, Santa Fe. Nacimientos de las quebradas tributarias del San Cristóbal.

Rastrojo ripario de rodamonte y amargoso

- Especies dominantes: arbolitos de rodamonte (*Escallonia myrtilloides*) y arbustos altos de amargoso (*Ageratina aristeei*). Con cortadera (*Cortaderia nitida*) como asociada más característica. Otras acompañantes incluyen chusacajón, mano de oso de páramo, blanquillo (*Chusquea weberbauerii*, *Oreopanax mutisii*, *Gynoxis* sp.) y elementos del cordón de Ericáceas.

• Ambiente asociado: franjas riparias y enclaves pantanosos de subpáramo, a gran altura (por encima de 3300 msnm) en atmósferas húmedas a hiperhúmedas. Hacia abajo se intergrada en la franja riparia con el rastrojo de raque (tipo anterior), hacia las laderas se combina con el saltonal y elementos aislados del límite superior del bosque (*Drimys*, *Weinmannia tomentosa*).

- Posición sucesional: clímax de la franja riparia y bosquetes del subpáramo.

- Zonas típicas: Nacimientos de los ríos Teusacá, San Francisco y San Cristóbal.

Cordón de Ericáceas

El cordón o cinturón de Ericáceas puede ser interpretado como una estructura o una dinámica de la vegetación, característica del límite superior del bosque altoandino, que media entre el subpáramo y el bosque de encenillos (o de rodamontes en las cuencas hiperhúmedas del Sumapaz). El cordón de Ericáceas incluye varios elementos distintivos que forman agregados más o menos densos en esta franja y le dan su característico colorido, mezcla de los verdes oscuros y rojos intensos del follaje y los escarlatas, rosados y fucsias de la floración:

- Uva de monte o camarona (*Macleania rupestris*), la más distintiva, que forma verdaderos cordones notablemente enmarañados.

- Uva de anís (*Cavendishia cordifolia*), arbustos, a veces muy altos.

- Pegamosco (*Befaria resinosa*), arbustos y arbolitos
- Uvito de páramo (*Gaultheria anastomosans*), arbustos y arbolitos.
- Reventadera (*Pernettya prostrata*), arbustos y arbolitos.
- Agraz (*Vaccinium floribundum*), arbustos.
- Chorotico (*Plutarchia guascensis*)
- Tagua (*Gaiadendron punctatum*)

La última, una Loranthácea, es la única que sin ser de la familia (*Ericaceae*) está en el paseo. Es una parásita radical (parasita otras plantas por las raíces).

Otros elementos acompañantes, típicos de la franja dominada por las anteriores, incluyen: maíz tostao, tuno chiquito, tuno oliváceo (*Myrsine dependens*, *Miconia summa*, *Miconia elaeoides*).

El cordón de Ericáceas es el dinamizador más importante en la regeneración del bosque altoandino sobre los subpáramos. Tipifica la etapa del inductor preclimácico en la sere del límite superior del bosque.

Lógicamente, también se le encuentra a alturas muy inferiores (hasta 2800 msnm) en laderas fuertemente erosionadas cubiertas por páramo y subpáramo secundario, como consecuencia de la deforestación.

5. CHUSCALES

Prácticamente todos los bosques tropicales de alta montaña en el mundo presentan cinturones de bambusoides (bosques paleotropicales de bambú, en Centroáfrica y Asia Central). En Colombia este papel es cumplido por los chusques, con tallas y extensiones más modestas.

La dinámica de los chuscales ha sido poco estudiada. Hasta donde se sabe, se comportan de modo análogo a los bambúes africanos y asiáticos: cubren grandes extensiones de laderas húmedas, sofocando la vegetación restante; la reproducción es vegetativa a través de tallos subterráneos (rizomas) pues realmente se trata de pastos leñosos gigantes; cada dos o tres décadas ocurre una espectacular floración sincrónica en cada rodal, tras lo cual las bambusoides arrojan sus semillas y mueren (puede decirse que el chuscal queda replegado en el banco de semillas a la espera de futuras perturbaciones). Tras la mortandad masiva del chusque, todos los árboles que habían estado cubiertos por éste se desarrollan, dentro de la maduración del bosque.

Aunque existen más de 8 especies de bambusoides en el Distrito (concentradas principalmente entre Monserrate y el Chicó), vale la pena mencionar tres que forman la gran mayoría de los chuscales en tres franjas altitudinales bien definidas:

- Carrizales o chuscales de chusque trepador (*Chusquea scandens*): de los 2750 a los 3200 msnm, forma extensas y densas marañas en cañadas y parches de regeneración en cuencas atmosférica y edáficamente muy húmedas.
- Chuscales de chuscajón (*Chusquea weberbauerii*): de los 3200 a los 3400, formando densas franjas riparias en los nacimientos de las quebradas y cañadas del subpáramo y el límite superior del bosque.

- Cañuelales o chuscales de cañuela o bambú de páramo (*Swallenochloa tessellata*, que para algunos también debe clasificarse en el género *Chusquea*) que forma extensas y densas masas compactas en las cañadas y pantanos del subpáramo. Su talla varía desde la altura de la rodilla, en zonas menos húmedas o más degradadas, hasta impenetrables cortinas de más de 2 m de alto, en las áreas más húmedas y mejor conservadas (como el río Frío en Chingaza).

Los chuscales, especialmente los carrizales, son de gran importancia en la regeneración del encenillal sobre las cañadas y suelos húmedos. Muchos de los inductores preclimáticos de las distintas franjas del encenillal se distinguen por su capacidad para germinar y medrar bajo densas agregaciones de chusque.

La capacidad de retención de las enormes masas de raíces del chusque, más el suelo esponjoso construido por sus raicillas y su abundante hojarasca, confieren un gran valor a los chuscales en la regulación hídrica y la protección de nacederos y quebradas.

6. MATORRALES

Las formaciones arbustivas son naturales en páramos y subpáramos. Sin embargo, por debajo del límite superior del bosque también pueden encontrarse matorrales, sobre suelos pobres o en sitios muy alterados. Los matorrales representan la forma más común de la etapa del precursor leñoso en la región altoandina (en otras zonas de vida predominan los árboles heliófilos como los cenizos, dragos y yarumos).

Por razones de extensión, se resume presenta sólo la dominante y la posición ambiental. Se sobreentiende que en su mayoría pertenecen a la etapa del precursor leñoso (que es la especie dominante en cada uno), en sus respectivos ambientes. Nuevamente, siguiendo su distribución vertical sobre la ecoclina principal (los subrayados corresponden a especies introducidas), tenemos:

- Matorral de tuno sumapaceño (*Miconia biglandulosa*): laderas bajas y pies de ladera. Sumapaz.
- Matorral de espino garbanzo (*Duranta mutisii*): cañadas bajas, laderas bajas, pies de ladera y colinas. Humedad atmosférica media a baja. Ciudad Bolívar y Usaquén.
- Matorral de gurrubo (*Solanum lycioides*): suelos degradados, zonas semiáridas, en laderas bajas y pies de ladera. Ciudad Bolívar.
- Matorral de hayuelo (*Dodonaea viscosa*): suelos degradados, zonas semiáridas, laderas medias y bajas; afloramientos rocosos. Ciudad Bolívar.
- Matorral de lulo de monte (*Solanum* sp.): laderas medias y bajas, zonas subxéricas. Quibas, Ciudad Bolívar.
- Matorral de chilco (*Baccharis latifolia*): laderas bajas, pies de ladera y colinas. Notable colonizador de pastizales de quicuyo (*Pennisetum clandestinum*). Usaquén y Cerros Orientales de Chapinero.
- Matorral de jome (*Eupatorium angustifolium*): pies de ladera, laderas bajas y cañadas de las laderas medias. Suelos pesados a francos. Verjón Bajo, Chapinero; Usaquén.
- Matorral de tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*): colinas, pies de ladera y laderas bajas; humedad atmosférica media a baja. Precursor importante del cedral, el bosque de Lauráceas y el encenillal bajo. Cerros Orientales de Usaquén y Chapinero. (extinto por entresaca selectiva en Ciudad Bolívar).
- Matorral de tuno amarillo (*Miconia biappendiculata*): cañadas en laderas bajas y medias; suelos pesados;

riparia; humedad atmosférica media a alta. Torca, Usaquén; Amoladero, Verjón Bajo, Chapinero.

- Matorral de angelito (*Monochaetum myrthoideum*): colinas, pies de ladera y laderas bajas y medias. Suelos perturbados; frecuente ruderal y riparia de márgenes alteradas. Precursor del encenillal bajo. Monserrate, Santa Fe; El Cable, Chapinero.

- Matorral de tuno negro (*Miconia ligustrina*): laderas medias a altas, suelos francos a ligeros; humedad atmosférica alta. Precursor del encenillal medio. Guaduas y Cuevecitas, entre Usme y Ciudad Bolívar; vertiente occidental de Verjón Bajo, Chapinero.

- Zarzal o matorral de mora silvestre (*Rubus floribundus*): suelos húmedos y franjas riparias de pie de ladera y laderas bajas y medias. Precursor del bosque de alisos y del de raque. Teusacá; Santa Rosa Baja, Tunal Bajo, Las Auras, La Unión (Sumapaz).

- Zarzal o matorral de zarzamora (*Rubus bogotensis*): ambiente similar al anterior, reemplazándolo gradualmente desde los 3000 msnm hacia arriba, llegando hasta el límite superior del bosque. Verjón Alto, Santa Fe.

- Matorral de holly nativo (*Sericotheca argentea*): franjas riparias del límite superior del bosque. Precursor del bosque ripario y el rastrojo de raque. Monserrate, Santa Fe; quebrada Santos, Verjón Bajo, Chapinero; quebrada Guaduas, Las Margaritas, Usme.

- Matorral de retamo liso (*Cytissus monspesulanus*): introducida fugitiva; suelos muy alterados en pies de ladera y laderas bajas. Monserrate y El Cable.

- Matorral de retamo espinoso (*Ulex europaeus*): introducida fugitiva, invasora muy agresiva (infestante). Atributos pirogénicos. Laderas bajas y pies de ladera; frecuente riparia y ruderal. La Regadera y Chisacá, Usme; Guadalupe, Monserrate, Parque Nacional y El Cable.

- Matorral de nazareno (*Tibouchina grossa*): suelos pesados, atmósfera muy húmeda, laderas altas. Precursor de suelos pesados en la franja del encenillal alto y el bosque de rodamonte. Precursor de rastrojos riparios de subpáramo. El Uval y Los Soches, Usme; Verjón Alto, Santa Fe; Santa Rosa, Sumapaz.

- Matorral de zarcillejo (*Brachyotum ledifolium*, *B. strigosum*): suelos pesados, erosionados. Pies de ladera en zonas altas y muy húmedas. Frecuente ripario y ruderal. Santa Rosa Alta, Sumapaz; Chisacá, Usme.

- Matorral de amargoso chiquito (*Baccharis revoluta*): suelos francos a pesados, desde laderas bajas hasta el límite superior del bosque. Verjón Alto, Santa Fe; Verjón Bajo, Chapinero; Santa Rosa, Sumapaz.

- Matorral típico de subpáramo con té de Bogotá, mortiño, uña de gato (*Symplocos theiformis*, *Hesperomeles* spp., *Berberis rigidifolia*): subpáramo primario y secundario; suelos francos a pesados, bien drenados. Cruz Verde, Santa Fe; Saltonal, Ciudad Bolívar.

- Matorral de jazmín de páramo (*Arcytophyllum nitidum*): puntos de exurgencia y franjas riparias en subpáramo. Cruz Verde y San Francisco, Santa Fe; Chisacá, Usme.

- Matorral de chites (*Hypericum goyanesii*, *H. strictum*, *H. aciculare*, *H. juniperinum*): suelos degradados (compactación, agroquímicos, erosión, sobrepastoreo) en páramo y subpáramo secundario.

7. HELECHALES

Los helechos son un elemento ubicuo e importante de la flora altoandina (la reciente obra del Profesor Linares lo pone de relieve). Sin embargo, aquí nos interesan dos especies que forman manchones de extensión considerable:

- Helechales de marranero (*Pteridium aquilinum*): suelos compactados y acidificados, bien drenados, en laderas bajas. Actúa como importante precursor leñoso en la subserie del bosque de Lauráceas y el encenillal bajo. Bajo la cobertura del helecho marranero se crían como en vivero numerosos arbolitos (*Myrsine* spp., *Miconia* spp., *Monochaetum myrthoideum*, etc.).
- Helechales pantaneros (*Blechnum loxense*): puntos de exurgencia freática en el subpáramo (primario o secundario) y el límite superior del bosque.

8. FRAILEJONALES

Los frailejones son platas con grandes hojas en roseta, con o sin tronco, pertenecientes a la familia de las Asteráceas, en su mayoría del género *Espeletia*, que, mezclados con arbustos y macollas, forman el aspecto más distintivo del páramo: el frailejonal–pajonal.

Los principales frailejones encontrados en las áreas rurales del Distrito Capital, pueden distinguirse por su dominante, así:

Frailejón común (*Espeletia grandiflora*): junto al winche o paja de páramo (*Calamagrostis effusa*) forma el típico frailejonal–pajonal, dominante del páramo. Se encuentra a veces en medio del subpáramo o incluso en pequeños enclaves dentro del encenillal alto, asociado a suelos turbosos.

Frailejón sumapaceño (*Espeletia killipii*, *Espeletia sumapacis*): en los frailejones del Sumapaz, junto al frailejón común (*E. grandiflora*) dominante, se encuentran ocasionalmente estas otras dos especies muy similares.

Frailejón plateado (*Espeletia argentea*): pajonales y potreros degradados por quema y sobrepastoreo, cerca del límite superior del bosque y en subpáramo. Una acompañante constante es el amorcito o piojito (*Acaena cylindrostachya*), también indicadora de erosión y compactación.

Frailejoncillo o falso frailejón (*Espeletiopsis corymbosa*): potreros degradados, fuerte erosión y paramización secundaria. Baja hasta los 2700 msnm, dando una falsa apariencia de páramo a zonas de bosque severamente deterioradas.

9. COBERTURAS HERBÁCEAS

Las principales coberturas herbáceas incluyen pastizales, pajonales y un césped nativo:

Pastizales (pastos introducidos)

- Pastizal de quicuyo (*Pennisetum clandestinum*): pasto de montaña africano. Cubre los suelos pesados y francos hasta los 2800 msnm. Competidor agresivo y provisto de alelopatía, dificulta el establecimiento de leñosas. Unida al pastoreo, retarda la regeneración del bosque. Entre los precursores capaz de colonizar estos potreros se cuentan el tuno esmeraldo, espino garbanzo, chilco, mora (*Miconia squamulosa*, *Duranta mutisii*, *Baccharis latifolia*, *Rubus floribundus*). Las acompañantes herbáceas incluyen típicamente carretón, trébol blanco y diente de león (*Trifolium virginianum*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinalis*).

- Pastizal de falsa poa (*Holcus lanatus*): reemplaza las pasturas de quicuyo por encima de los 2800 msnm, dominando los potreros hasta los 3300 en suelos más o menos bien conservados; por encima de ellos predominan los pajonales nativos. En descanso alcanza considerable altura y es fácilmente colonizado por precursores leñosos, como mortiños, garrocho, chusque, tunos (*Hesperomeles* spp., *Viburnum triphyllum*, *Chusquea scandens*, *Miconia* spp.). Entre las acompañantes se cuentan la grama de olor, pasto estrella y el trébol blanco (*Anthoxanthum odoratum*, *Paspalum* sp., *Trifolium repens*).

- Pastizal de grama de olor (*Anthoxanthum odoratum*): los pastizales de falsa poa (*Holcus lanatus*), sobre suelos pobres o degradados por sobrepastoreo, se van empobreciendo florísticamente hasta convertirse en pasturas magras de grama de olor (*Anthoxanthum odoratum*), sobre suelos ácidos y de muy bajo contenido de nutrientes, fácilmente reconocibles por sus pequeñas espigas doradas. Estos pastizales son colonizados por macollas y arbustos nativos.

Césped nativo

- Césped de plegadera (*Lachemilla orbiculata*): en suelos con drenaje deficiente o compactados por pisoteo, en los potreros de la franja alta del encenillal, se forman pequeños céspedes tupidos esta Rosácea nativa de hojitas redondas y aserradas.

Pajonales (dominados por macollas)

- Pajonal de winche (*Calamagrostis effusa*): es el pajonal más común de los páramos de la región, propio de los suelos de laderas bien drenadas, por encima del límite superior del bosque. Allí donde la humedad del suelo lo favorece, se asocia a manchones extensos de frailejón.

- Pajonal de cortadera (*Cortaderia nitida*): cobertura típica de suelos con drenaje lento a deficitario en subpáramos primarios y secundarios. Se encuentra incluso en focos de erosión severa, donde el suelo muy somero o un sustrato mineral expuesto limitan la infiltración. En las áreas de paramización secundaria, estos pajonales de cortadera o cortaderales son eventualmente colonizados por precursores leñosos pertenecientes a la flora oportunista de subpáramo, como laurel hojipequeño, romero blanco, azafrán (*Myrica parvifolia*, *Diplostephium rosmarinifolium*, *Clethra fimbriata*).

Aunque existen muchos otros tipos de vegetación herbácea, propios de páramo y subpáramo (principalmente asociados a pantanos y turberas), los aquí mencionados son los más importantes en términos de la aplicación del Protocolo.

 [Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



6. CUADROS DE RESTAURACIÓN: Introducción

Todo proyecto de restauración empieza con un diagnóstico especializado. Para obviar las dificultades técnicas de dicho tipo de diagnóstico, se incluyen en esta sección unos cuadros típicos de restauración, es decir, una tipología de las situaciones más frecuentes que demandan trabajos de restauración ecológica, en las áreas rurales distritales.

Cada cuadro de restauración presenta un mini-diagnóstico de una situación–tipo, frecuente en el área rural o suburbana del Distrito Capital. Para cada cuadro se analizan los puntos básicos de un diagnóstico de restauración:

- Condiciones físicas básicas: clima, geología, suelos, gradientes.
- Oferta ambiental: distribución espacial y temporal de los recursos físicos.
- Potencial biótico: remanentes, fragmentación, conservación, diversidad.
- Potencial sociodinámico: condición socioeconómica, tendencia de poblamiento, tradición de manejo, organización y participación local.
- Factores limitantes.
- Factores tensionantes: tipo, frecuencia, intensidad, distribución espacial.
- Interacción tensionantes–limitantes.
- Alteración: grado, forma y tendencia.
- Potencial de restauración.
- Priorización.
- Estrategias y lineamientos generales para la restauración.

Con base en la evaluación de las áreas rurales del Distrito Capital, se han identificado los siguientes cuadros de restauración:

1.	Pérdida de caudales en nacederos y microcuencas abastecedoras.
2.	Agricultura y ganadería semiextensiva de ladera.
3.	Desplomes de márgenes de cursos de agua.
4.	Inestabilidad de taludes de vías.
5.	Suelos degradados por actividad minera.
6.	Asentamientos subnormales en zonas geoinestables.
7.	Expansión urbana subnormal sobre áreas de vocación forestal.
8.	Incendios forestales (<i>ex-ante</i> / <i>ex-post</i>).
9.	Urbanización campestre ("chaletización").
10.	Degradación de humedales por urbanización.
11.	Deterioro por plantación inadecuada de forestales introducidas.
12.	Infestación de retamo espinoso (<i>Ulex Europaeus</i>).
13.	Fragmentación de ecosistemas.
14.	Extinción de flora nativa.
15.	Reducción de hábitats para la fauna nativa.
16.	Falta de espacios naturales autóctonos para la educación-recreación.
17.	Alteración mesoclimática.
18.	Destrucción sociocultural del modo de vida rural.

CONDICIONES GENERALES DEL ÁREA RURAL DISTRITAL Y PAUTAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE RESTAURACIÓN

Antes de describir cada cuadro de diagnóstico, conviene resumir ciertos puntos comunes a muchos de ellos y hacer algunas anotaciones analizando el modo como estos factores interactúan.

Condiciones Físicas Básicas

En la siguiente tabla, se aprecia la variación de la temperatura media del aire a lo largo del gradiente altitudinal del área rural del Distrito Capital. La temperatura es el principal factor ambiental determinante de la distribución de las especies vegetales. Dado que el Distrito se extiende en parte sobre la vertiente oriental (Río Blanco y Teusacá), en parte sobre la occidental, se presentan ambas y el promedio.

Tabla 1. Variación altitudinal de la temperatura en la Cordillera Oriental (Florez in Garcia, 1986)

Altitud (msnm)	Temperatura (°C)		
	Vert. W	Vert. E	Media
2300	14,65	13,09	13,87
2400	14,04	12,57	13,3
2500	13,43	12,05	12,74
2600	12,82	11,53	12,17
2700	12,21	11,01	11,61
2800	11,6	10,49	11,04
2900	10,99	9,97	10,48
3000	10,38	9,45	9,91
3100	9,77	8,93	9,35
3200	9,16	8,41	8,78
3300	8,55	7,89	8,22
3400	7,94	7,37	7,65

La mayor parte del área rural se halla por encima de los 2700 msnm y, frecuentemente, por encima de los 3000 msnm; los nacimientos y áreas de captación se ubican frecuentemente en el área de subpáramo y páramo, por encima de los 3200 y 3400 msnm. Esto hace que el frío sea un factor importante, que se acentúa por encima de los 3200 con la mayor frecuencia de heladas (descensos de temperatura por debajo del punto de congelación).

El frío extremo y las grandes fluctuaciones de temperatura son características de la alta montaña tropical; pudiendo la temperatura variar de más de 20 °C a menos de 0 °C en un ciclo de 24 hs. Estas oscilaciones son atenuadas por coberturas frescas, como los bosques, y se acentúan en sustratos duros de bajo calor específico, como el subsuelo desnudo y el cemento.

Si las temperaturas del aire son variables, las del suelo pueden serlo mucho más, pudiendo los primeros centímetros alcanzar temperaturas de más de 70 °C al medio día, y descender al punto de congelamiento en la siguiente madrugada, en sitios con poca cobertura vegetal (Vargas & Zuluaga, 1985).

El calor específico del material del sustrato afecta el desarrollo de las plántulas, que son pequeñas y de tejidos tiernos. En la tabla 2 se dan los calores específicos de distintos materiales. A menor calor específico, más rápidamente fluctúa la temperatura de un sustrato bajo la radiación solar. Como punto de referencia, el calor específico del agua es 1. El follaje de las plantas es aproximadamente 90% agua; los árboles son los que tienen más follaje, además de encerrar una capa de aire húmedo bajo las copas. Por esto, los bosques tienen un gran efecto regulador sobre el micro y mesoclima, impidiendo grandes enfriamientos o calentamientos.

Tabla 2. Calores específicos de algunos materiales

Materiales	C
Hierro	0.107
Granito	0.19
Arena de cuarzo seca	0.19
Arena de cuarzo (8.3% humedad)	0.24
Arcilla (15% humedad)	0.33
Barro húmedo	0.60

La destrucción del bosque altoandino elimina la regulación climática forestal y la extensión del mesoclima de páramo; la línea de heladas de altura desciende de sus cotas habituales y se acentúan los contrastes térmicos día-noche, lo cual dificulta la regeneración del suelo y la vegetación.

Mientras que la población urbana se detiene cerca de los 3200, los pobladores rurales pueden tener viviendas temporales o permanentes bien por encima de tal cota. Las heladas de altura son frecuentes. Se trata de masas de aire frío que descienden de las cumbres a través de las laderas, sin obstáculos gracias a la deforestación.

Las precipitaciones en el Distrito varían de los sectores secos con 700 mm anuales o menos (sectores en Usaqué y Ciudad Bolívar) hasta 1300 mm en el Sumapaz. La distribución de las lluvias va de bimodal en el Norte y Occidente (con dos inviernos) hasta casi unimodal al Oriente (un solo invierno fuerte, julio-agosto). Sólo las zonas menos lluviosas presentan déficit hídrico importante, mientras que extensas zonas presentan exceso hídrico (Alto Teusacá, San Francisco, San Cristóbal, Pasquilla, Sumapaz).

La humedad atmosférica es alta en la mayor parte del área rural del Distrito. Sin embargo, hay algunas zonas secas, donde el ecosistema es aún más frágil y el deterioro más rápido, debido a que el déficit hídrico hace más lenta la regeneración, limitando la capacidad de carga (intensidad de uso sostenible). Estas áreas son especialmente vulnerables a regímenes crónicos de tensionantes leves (pastoreo, monocultivo, quemas), típicos del área rural.

La humedad atmosférica, clave para la restauración, varía desde las áreas secas de Usaqué y el Norte de Ciudad Bolívar, pasando por las de mediana humedad, como Chapinero y Usme, hasta las áreas más húmedas, como el Alto Tunjuelo, Santa Fe, San Cristóbal y Sumapaz. Sin embargo, incluso en medio de áreas secas, se encuentran núcleos de condensación alrededor de ciertos cerros o en escotaduras de las sierras (pasos de niebla); así mismo, en medio de áreas húmedas pueden encontrarse sitios atmosféricamente secos, como cuchillas y laderas muy expuestas.

En cada caso debe ubicarse el área de trabajo en los mapas de isoyetas y afinar la estimación según los bioindicadores de humedad y aridez (que más abajo se mencionan), ya que los mapas no dan detalle de la distribución espacial de los meso y microclimas y la alteración antrópica frecuentemente provoca modificaciones puntuales o locales importantes.

La geología juega también un papel importante. En la mayor parte del área, las rocas areniscas están hacia las partes altas de las laderas y constituyen los principales acuíferos de las cuencas. Estas zonas presentan pendientes fuertes y suelos arenosos a francos, más susceptibles a la erosión superficial.

Las rocas arcillosas tienden a situarse en las laderas medias y partes bajas de las cuencas, con pendientes más suaves y suelos más pesados, más susceptibles a los desprendimientos masivos que sobre los cauces se complican con erosión remontante (desplomes que crecen desde los cauces sobre las orillas altas).

En cada ladera y microcuenca generalmente se encuentra un gradiente completo desde las partes altas más frías, más pendientes, con suelos más ligeros y mejor drenadas, pasando a las partes bajas, que son menos frías, con pendientes más suaves y con suelos más pesados y drenaje más lento (suelos más húmedos). Este gradiente general se ilustra en la siguiente figura y puede variar localmente.

Con los suelos de mayor aptitud agrícola urbanizados, la mayor parte de la población rural se ubica en áreas de mediana a baja capacidad de carga. Por esta razón, se trata de ecosistemas frágiles (laderas, páramos) donde un largo historial de alteración agropecuaria y prácticas intensivas en años recientes (revolución verde de los 60s) han ocasionado una degradación generalizada.

Los suelos fértiles (sobre formaciones geológicas ricas en minerales) son más bien escasos (valle medio del Tunjuelo, Sur de los Cerros Orientales y algunos pequeños valles en Sumapaz).

Oferta ambiental

La disponibilidad de energía es más alta hacia las partes bajas. En las altas, el frío retarda la mayor parte de los procesos metabólicos, especialmente los implicados en la circulación de nutrientes y el crecimiento de las plantas.

La oferta de agua y nutrientes tiende a estar concentrada en las pendientes menores, hondonadas, pies de laderas, fondos de cañadas, orillas y vegas.

Los afloramientos rocosos con frecuencia acumulan humedad y las grietas y pies de las rocas son puntos favorables para el desarrollo de la vegetación.

La humedad atmosférica se concentra en los puntos abrigados del viento, como las cañadas, abrigos rocosos y los pies de las peñas, así como al sotavento de cualquier barrera, incluso de una masa forestal.

Las perturbaciones más frecuentes en el área rural se encuentran atenuadas en ciertos puntos, como las pendientes fuertes, las áreas rocosas y los fondos de cañadas.

En el tiempo la principal variación es la estación seca, más acentuada en las zonas áridas. La estación seca también conlleva un recrudecimiento de las heladas, representando un filtro importante para la supervivencia de las plántulas.

Los puntos de mayor oferta ambiental deben ser ubicados, de modo que sirva de puntos y franjas iniciales de la restauración, a partir de los cuales extender una red de tratamientos hasta cubrir los sitios menos favorables para la regeneración del ecosistema.

Potencial biótico

El potencial biótico es la disponibilidad de seres vivos para el proceso de restauración, la cual varía mucho de una microcuenca a otra. El potencial biótico se califica teniendo en cuenta:

- Extensión de los fragmentos
- Diversidad de especies
- Diversidad de etapas sucesionales
- Representación de los distintos segmentos de la ecoclina
- Proximidad
- Conectividad (además de la distancia, cuenta qué tan propicio para el tráfico de propágulos es el espacio entre fragmentos y zonas de restauración)

Exceptuando Sumapaz, los terrenos de la Empresa de Acueducto y unas pocas microcuencas afortunadas más, la mayor parte del área rural se halla extensamente desforestada.

Generalmente quedan algunos cordones estrechos de rastrojo o bosque ripario (orillas de quebradas), ni siquiera continuos. Las aves, dispersores de semillas indispensables para la restauración del ecosistema altoandino, circulan principalmente a través de las cañadas, por lo que la vegetación riparia es importante en su hábitat.

En la medida en que persistan parches de vegetación leñosa nativa (matorrales, rastrojos y bosques) estos son importantes puntos de partida para la restauración, mejores en la medida de su mayor extensión, conectividad y diversidad de especies contenidas.

La diversidad de la vegetación es importante, pero en términos de restauración es más importante la diversidad sucesional, es decir, que subsistan en cantidades importantes individuos reproductores de las especies dinamogenéticas de las distintas etapas sucesionales (matorrales, rastrojos y bosques).

Es importante, además, que los rodales correspondientes a distintas etapas de la misma sere, estén próximos o bien interconectados, de modo que las especies vegetales dinamogenéticas puedan pasar de uno en otro (por medio de la dispersión de sus semillas), introduciéndose en las etapas sucesionales propicias.

Las plantas pueden ser útiles para la restauración ecológica, según su capacidad constructiva (dinamogenéticas, ver sección 4), es decir, de construir biomasa vegetal, dar cobertura y promover la regeneración del ecosistema. Sin embargo, otras especies, muchas de ellas poco constructivas, son de gran utilidad en el diagnóstico de restauración, pues están fielmente asociadas a determinados factores ambientales. Son los bioindicadores.

Puesto que no disponemos de mapas ambientales a la escala de pequeñas cuencas y predios, y la restauración requiere diseños bien ajustados al terreno, la lectura de los bioindicadores puede servir para elaborar croquis ubicando puntos húmedos, fértiles, rocosos, secos, fríos etc.

Muchos de los mejores bioindicadores de las condiciones ambientales de cada micrositio son plantas, pues, por ser inmóviles, reflejan mejor que nadie su entorno. La importancia de la bioindicación aumenta con la abundancia del bioindicador. Un individuo puede ser un accidente, pero la coincidencia de varios señalando lo mismo es concluyente. La presencia del bioindicador es significativa, su ausencia es, en cambio, mucho más difícil de interpretar.

Entre los bioindicadores de humedad edáfica (suelos húmedos y agua a poca profundidad) se cuentan:

- Musgos, helechos, lycopodios.
- Pega-pegas (*Acaena elongata*)
- Helecho pantanero (*Blechnum loxense*)
- Chusque (*Chusquea* spp.)
- Carrizo (*Swallenochloa tessellata*)
- Guardarroció (*Hypericum goyanesii*)
- Puya grande (*Puya goudotiana*)
- Cordoncillos (*Piper bogotense*, *Piper lacunosum*)
- Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*)
- Tomatillo (*Solanum oblongifolium*)
- Tinto (*Cestrum mutisii*)
- Rodamonte (*Escallonia myrtilloides*)
- Amargoso (*Ageratina aristaei*)
- Mora silvestre y hierbamora (*Rubus floribundus* y *Rubus bogotensis*)
- Bejuco colorado (*Muehlenbeckia tamnifolia*)
- Falso helecho o helecho con flores (*Coriaria thimifolia*)
- Aliso (*Alnus acuminata*)
- Raque o chaque (*Vallea stipularis*)

Bioindicadores de suelos rocosos (superficiales, con la roca a pocos cm):

- Gaylusacia buxifolia
- Pegamosco (Befaria resinosa)
- Uva de monte o camarona (Macleania rupestris)
- Tagua (Gaiadendron punctatum)
- Puya chiquita (Puya nitida)
- Romero blanco (Diplostephium rosmarinifolium)
- Falsa reventadera (Gaultheria erecta)
- Zarcillejo o candelita (Siphocampylus columnae)

Bioindicadores de suelos degradados (por fuego, compactación severa, erosión superficial):

- Chite (Hypericum aciculare). Las concentraciones de pequeños chites pueden indicar, además, fuerte contaminación del suelo por agroquímicos.
- Chite pegajoso (Hypericum mexicanum)
- Moradita o espartillo (Orthosanthus chimboracensis)
- Sanalotodo (Baccharis tricuneata). Compactación y sobrepastoreo.
- Amargoso chiquito (Baccharis revoluta)
- Amorcito o piojito (Acaena cylindrostachya). Compactación y sobrepastoreo.
- Surugo (Lycium sp.)
- Grama de olor (Anthoxanthum odoratum)
- Helecho marranero (Pteridium aquilinum). Compactación y acidez.

Bioindicadores de elevada humedad atmosférica:

- Granizo (Hedyosmum bonplandianum)
- Quiches (Bromeliáceas del género Tillandsia y Guzmania). Entre más bajos se encuentren, mayor humedad atmosférica. El extremo es cuando los quiches cubren las ramas más bajas y se encuentran incluso en el suelo.

- Orquídeas epífitas (que crecen sobre las ramas)
- Palo tigre o cedro riñón (*Brunellia* sp.)
- Salvia amarillo, quedo o almanegra (*Buddleja* americana)
- Lorantháceas parásitas (*Aetanthus mutisii*, *Dendrophthora clavata*, *Phoradendron* spp.)
- Canelo de monte o ají de páramo (*Drimys granadensis*). Indica además mucho frío.

Bioindicadores de baja humedad atmosférica:

- Hayuelo (*Dodonaea viscosa*)
- Penca (*Agave americana*)
- Surugo (*Solanum lycioides*)
- Espino garbanzo (*Duranta mutisii*)

Otras plantas chismosas:

- Encenillos (*Weinmannia tomentosa*): suelos ligeros.
- Mezcla de encenillos (varias especies de *Weinmannia* juntas): suelos francos a pesados.
- Lauráceas (aguacatillos y amarillos), Melastomatáceas (tunos y sietecueros) y Myrtáceas (arrayanes, huesos, garrapatos): suelos pesados, gredosos.
- Ojo de perdiz (*Rhamnus goudotiana*): elevada humedad atmosférica y condiciones propicias para el establecimiento de encenillos juveniles.
- Maíz tostao (*Myrsine dependens*) así como masas de chusque o cordones densos de Ericáceas (uvos, pegamoscos, reventaderas): señalan la zona de ascenso del límite superior del bosque altoandino, donde éste tiende a ganarle terreno a los potreros y a los páramos secundarios.
- Escasez de Melastomatáceas (tunos): probable entresaca.
- Rastrojo de cocuas y duraznillos (*Verbesina elegans* y *Abatia parviflora*): zona de deslizamientos y suelos inestables, en atmósferas húmedas y frías. Pueden también ser viejos depósitos de derrumbes o botaderos de materiales de la apertura de vías.

- Liqueen verde filamentosos sobre troncos y ramas (*Usnea* sp.): fuerte viento, alta radiación y elevada humedad atmosférica, un microclima fácilmente mejorable con barreras forestales.
- Tapetes extensos de musgo en medio de árboles o arbustos: ambiente de buena iluminación, suelo estable y humedad constante. Microclima idóneo para el establecimiento de árboles propios del clímax (ej.: encenillos).
- Mucha uva de monte y muy poca de anís (*Macleania rupestris*, *Cavendishia cordifolia*): alta incidencia de heladas.
- Gaques (*Clusia multiflora*, *Clusia minor*): suelos rocosos, humedad permanente en suelo y atmósfera, muy buen drenaje y poca o ninguna incidencia de heladas.
- Matorrales (no bosques) extensos de laurel hojipequeño (*Myrica parvifolia*): suelos bien drenados, muy erosionados y alta probabilidad de incendios forestales.
- Donde los mano de oso son de tres dedos (*Oreopanax bogotense*) son franjas más frías y húmedas que donde son del común de cinco o siete dedos (*Oreopanax floribundus*).
- Arrayanes (*Myrcianthes leucoxylla*), raques o chaques (*Vallea stipularis*) y coronos (*Xylosma spiculiferum*): cuando son frecuentes, indican una franja de la ladera, inferior a la apropiada para los encenillos, más apta para cedros, chuwacás y Lauráceas (aunque éstos hayan desaparecido).
- En la zona altoandina (como el Distrito Capital), la vegetación espinosa se concentra cerca de nacederos y suelos húmedos (freatófitas): moras (*Rubus* spp.), uña de gato (*Berberis* spp.), espino (*Barnadesia spinosa*), corono (*Xylosma spiculiferum*). Las probables excepciones son el mortiño (*Hesperomeles* spp.) y el surugo (*Lycium* sp.), que prefieren la humedad pero tienen una distribución ambiental más amplia.
- Lo alto del dosel (techo del bosque), lo despejado del sotobosque, la concentración de la biomasa en pocos árboles de gran diámetro (en lugar de muchas varitas) y la presencia de grandes quiches sobre las copas (en zonas húmedas) son indicadores de estabilidad sucesional, es decir, que el bosque ha alcanzado un tope de su desarrollo (probablemente cercano al clímax regional).

Con respecto a los bioindicadores, es importante decir que no sólo cuenta su especie y abundancia, muchas cosas más se pueden inferir de su crecimiento (talla y forma), pues cada especie puede presentar diversas morfosis, es decir, formas típicas adaptadas a ambientes determinados.

Lo anterior es más notorio en los arbolitos de subpáramo (tunos, romeros, laureles hojipequeños, uvos y reventaderas), los cuales pueden crecer en forma de tapete en ambientes severos, como arbustos hemisféricos en suelos erosionados y subpáramos muy fríos, como arbolitos en subpáramos menos fríos o secundarios, o como árboles (> 6 m) en

ambientes húmedos y etapas avanzadas de regeneración del bosque altoandino.

La estrategia foliar (forma, tamaño, textura y densidad de las hojas sobre las ramas) puede variar sorprendentemente dentro de la misma especie, e incluso entre ramas del mismo individuo, dependiendo del ambiente. Esto ayuda en la bioindicación y dificulta enormemente la identificación. En general, una atmósfera más húmeda, más cálida o más abrigada, determina que las hojas sean más grandes, más blandas, más oscuras, menos tomentosas (con menos pelos), más espaciadas sobre las ramas (ramas más alargadas) y las puntas (de las hojas) más alargadas. Sin embargo, hojas más pequeñas y duras también pueden deberse a suelos pobres, ácidos y/o tóxicos en aluminio.

Potencial sociodinámico

El potencial sociodinámico, representado en los recursos humanos para la restauración, abarca diversos aspectos:

- Conocimientos.
- Valores
- Destrezas
- Motivación
- Liderazgo
- Organización
- Marco normativo
- Entorno institucional
- Clima político, etc.

Las condiciones sociales, culturales y económicas para la restauración varían de una cuenca a otra.

En general, las comunidades rurales son sistemas de mayor cohesión comunitaria pero menor especialización social. Las relaciones interpersonales son estrechas y basadas en el reconocimiento individual y el afecto. Sin embargo, las comunicaciones son poco densas en el tiempo y el espacio, lo que confiere una lentitud típica a la mayoría de los procesos de puesta en común, generación de consensos y movilización a la acción conjunta.

Los momentos, espacios y formas tradicionales o habituales de encuentro, comunicación y organización son parte esencial del potencial sociodinámico y punto de partida para el eje sociodinámico de un proyecto de restauración.

En predios pequeños, sean rurales o suburbanos, la presión de uso sobre el suelo es mayor,

por lo que hay mayor exigencia de ajustar los diseños a los espacios disponibles (cercas, setos, barreras, nacederos) o aplicar opciones de compromiso (jardinería amable, agroforestería). La viabilidad de la restauración es menor cuando el uso agrícola está extendido hasta las márgenes hídricas y las zonas escarpadas.

Las organizaciones comunitarias rurales con frecuencia centran sus objetivos en la protección y restauración de las microcuencas abastecedoras. Si la organización no existe puede formarse alrededor de tales objetivos.

Los predios sin propietarios presentes o definidos son generalmente usados de modo comunitario (usualmente pastoreo), por lo que tienden a degradarse más y a tener menos preocupados por su manejo sostenible.

Las zonas con poblamiento creciente presentan mayor tendencia a la perturbación y mayor preocupación conservacionista. La densificación produce una intensificación de la ocupación y alteración del espacio. Por otra parte, el aumento de las necesidades ambientales genera presión de conservación, especialmente de las partes bajas sobre las comunidades de las partes altas. La preservación y restauración requieren partir de la negociación entre tales intereses y los actores que los representan.

Factores limitantes

Los factores limitantes son condiciones dadas del medio (no introducidas pero frecuentemente empeoradas por el hombre) que restringen el desarrollo del ecosistema, principalmente por limitar la productividad primaria (producción, crecimiento y desarrollo de la vegetación), cortando así el flujo de energía que ingresa a todo el ecosistema.

En las partes altas el frío es el principal factor limitante. De hecho, uno de los principales tensionantes ambientales del área rural distrital, el monocultivo de la papa, está determinado por este limitante, al cual sólo la papa está excelentemente adaptada, por lo cual, el desplazamiento de la actividad agrícola hacia las partes altas y alejadas a reforzado la concentración de la producción en esta especie, tolerante al frío, a la acidez y al aluminio tóxico en los suelos.

El frío hace más lento el ciclo de nutrientes entre el suelo y la vegetación y esto es más complicado en las áreas altas con suelos arenosos, por sí mismos pobres en nutrientes. El frío dificulta la toma de agua por las raíces. Por eso, aunque en algunos puntos el páramo parezca muy húmedo, la mayoría de las plantas deben soportar sequedad fisiológica y los puntos y franjas húmedos son muy importantes en la regeneración del páramo y el subpáramo.

El frío hace más lentas todas las reacciones bioquímicas, no sólo las de la descomposición de la materia orgánica en el suelo, sino, también, las de su producción en las plantas. El metabolismo y crecimiento vegetal se hace más lento hacia las partes altas.

La acidez del suelo en las partes altas y las altas concentraciones de aluminio, son un limitante fuerte que acentúa la dificultad para la absorción de agua y nutrientes por las plantas. La materia orgánica amortigua estos problemas, pero en las partes más frías su descomposición es imperfecta, por lo que no se convierte en el fértil complejo organomineral del suelo, sino en turba ácida y oscura.

En algunas hondonadas y en las orillas poco pendientes de los cuerpos de agua, otro limitante es el anegamiento permanente del suelo. Las pocas plantas adaptadas a ello logran muy buen desarrollo en estos suelos pantanosos.

El viento, en los puntos más expuestos, intensifica el frío y la sequedad. En estos puntos los cambios de temperatura día-noche son más fuertes por la falta de una capa de humedad y el rápido enfriamiento por el aire. Además, un sitio expuesto al viento es, generalmente, un sitio expuesto a la radiación. El ciclo de insolación–congelamiento hace muy difícil el desarrollo inicial de las plantas y la formación de suelo por la biota edáfica (animales y microbios formadores de suelo).

Los suelos formados sobre las rocas areniscas son muy pobres en nutrientes, especialmente fósforo. En estas laderas altas, los profundos suelos orgánicos con gruesa capa de cenizas volcánicas (procedentes de las erupciones de la Cordillera Central hace 11.000 años), son muy vulnerables a la erosión superficial y una vez perdidos no pueden ser regenerados por los procesos locales.

Entre los macronutrientes del suelo, NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) son generalmente limitantes en los bosques de alta montaña tropical, principalmente por su lento ciclado (frío, acidez, aluminio tóxico, etc.), que puede agravarse con la escasez de dichos elementos en algunas rocas (como la Formación Guadalupe).

El agua, es el recurso más importante para la vida; su presencia puede mitigar muchas otras carencias. Así mismo, la materia orgánica, acumulada a través de la sucesión, por los aportes de las plantas y el trabajo de la biota edáfica, contribuye grandemente a regular el agua del suelo y mitigar las carencias y las toxicidades en el suelo.

Factores tensionantes

Un factor tensionante, es un evento (puede ser frecuente o periódico, pero no una condición constante del medio) que ocasiona pérdidas al ecosistema o restringe las entradas o las fuentes de energía (sol, agua, viento).

En el diagnóstico previo y la formulación de las estrategias y tratamientos de restauración es importante saber no sólo en qué estado se encuentra el ecosistema, sino, también, qué factores lo han llevado allí y lo mantienen equilibrado en su deterioro.

En el presente Protocolo, se ha adoptado la clasificación de tensionantes propuesta por Brown & Lugo (1994), en la que cada perturbación es representada según su punto de interacción en el modelo de ecosistema, como una disminución del flujo o acumulación de energía en un proceso o compartimento, como se muestra en la siguiente gráfica, tomada de estos autores.

Estos autores consideran tensionantes severos los 1-2, capaces de alterar las fuentes de energía o la entrada de la 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 Lugo & Brown (op.cit.) 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 (ej: prácticas y políticas inadecuadas de ordenamiento y manejo).

Los mismos autores consideran los tensionantes 3-5 como leves. Éstos no impiden la toma de energía por parte del ecosistema, sino que retiran (cosechan) parte de lo acumulado en cada uno de los tres compartimentos, como en el caso de las quemas, desforestación, la cacería o la erosión. Sin embargo, a largo plazo, si estos tensionantes conforman un régimen crónico de perturbaciones, pueden llegar a degradar el ecosistema (sobrecaza, sobrepastoreo, etc.).

El modelo puede complementarse con la incorporación de los tensionantes que afectan los elementos culturales y sociales del sistema. Éstos tienen gran importancia, dada su repercusión en el funcionamiento y evolución de los ecosistemas controlados por el hombre. En los cuadros de restauración que se presentan más abajo, los tensionantes que implican destrucción de conceptos, valores y relaciones sociales, se anotan como tipo 6.

Los factores tensionantes característicos de las microcuencas rurales del distrito son leves, crónicos. Esto significa que no producen alteraciones drásticas que el ecosistema no pueda regenerar por sí solo, hasta que se hacen crónicos y su reiteración multianual profundiza la alteración hasta hacerla deterioro (el ecosistema no regenera ágilmente) o incluso degradación (pérdida de reservas y productividad).

De hecho, el manejo agropecuario consiste en alterar el ecosistema haciéndolo retroceder en su desarrollo, hasta el punto donde produzca excedentes cosechables. El agroecosistema así constituido, se mantiene en dicho estado por medio de las labores, el pastoreo y la cosecha, deteniendo la sucesión con estas perturbaciones leves pero reiterativas. Si la tasa extractiva supera la de reposición de las reservas (principalmente suelo), se acumula un saldo negativo que en el mediano plazo deja la sucesión detenida aunque se suspenda la perturbación, y en el largo plazo agota las reservas y la productividad, generando tierras marginales.

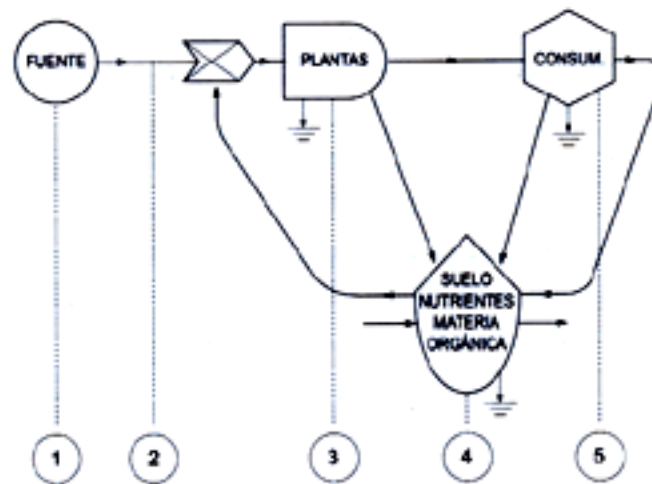
Los principales tensionantes son:

- Desforestación: tala rasa de fragmentos para ampliar cultivos y pasturas; entresaca de fragmentos para tutores, postes y leña. Aumento de la fragmentación. Eventual y expansiva.[3]
- Cultivo: complejo de perturbaciones que incluyen arado, introducción de monocultivos, deshierba y aplicación de fertilizantes químicos y biocidas. Constante.[3,4]
- Erosión superficial: favorecida por la deshierba, la labranza con la pendiente y la desprotección de los campos cosechados. Permanente, se incrementa en poscosecha. [4]
- Pastoreo: eliminación de rebrotes y plántulas, compactación del suelo e incursión al interior de los parches de vegetación remanente intensificando la fragmentación. Frecuencia: cotidiano, dependiente de la rotación de potreros. [3,4]
- Fuego: destrucción del banco de semillas, plántulas, microbiota del suelo y nutrientes volátiles. Frecuencia anual.[3-5]

- Canteras: remoción de suelo y excavación profunda del subsuelo, dejando medios inertes, de muy difícil regeneración. Puntual y episódica (se explota y se abandona). [1-4]
- Apertura de vías: destrucción de cobertura vegetal, remoción de suelos y alteración del drenaje superficial y profundo del suelo. Eventual.[2-4]
- Edificación: reemplazo total de coberturas naturales por artificiales. Implica la suspensión de todos los procesos vitales, total y prácticamente irreversible. Única y permanente (ocurre una vez en cada sitio).[1-4]

Los números entre corchetes, indican la clasificación de los tensionantes dentro del modelo de Brown & Lugo (1994). Del mismo modo se anotarán en los cuadros de restauración abajo expuestos.

Figura 1. Tensionantes y puntos de acción sobre el ecosistema



Es usual en el área rural distrital emplear los cultivos para detener la regeneración natural en los terrenos recientemente talados y facilitar el establecimiento posterior de pastos.

La deforestación progresiva complica el factor limitante del frío y la expansión del mesoclima de páramo, o paramización secundaria. A la aridización se suma entonces la sequedad fisiológica del páramo, dificultando la regeneración.

Las perturbaciones sobre el suelo agotan las reservas de nutrientes, más rápidamente en aquellos suelos limitados por un material parental pobre.

Las modificaciones del suelo: erosión, compactación, lavado de nutrientes, concentración residual de agroquímicos, retardan la regeneración y restringen la gama de plantas que pueden iniciar la sucesión.

La continuidad del régimen de perturbaciones agropecuarias, limita mucho los espacios destinables a la restauración. La pérdida progresiva de productividad (degradación) presiona a la ocupación intensiva del suelo, lo cual se complica en las áreas de minifundio con la fragmentación progresiva de los predios.

Potencial de restauración

El potencial de restauración es el nivel de restauración al que es factible llegar, de acuerdo con la oferta ambiental, el potencial biótico y sociodinámico y los objetivos de la restauración.

De acuerdo con todos estos factores, y teniendo en cuenta la tendencia sucesional y el pasado del ecosistema, se evalúa:

- Entradas de energía, agua, materia orgánica y nutrientes del ecosistema.
- Reservas de energía, agua, materia orgánica y nutrientes del ecosistema.
- Organismos residentes o cercanos.
- Biomasa (tamaño), estabilidad y diversidad que el ecosistema podría alcanzar, de acuerdo con las entradas que los organismos y las reservas pueden manejar.

El potencial de restauración es una consecuencia simple de la primera Ley de la termodinámica: todo lo que entra, sale; y si no sale, se convierte en crecimiento y reproducción. La restauración es el apoyo a la regeneración natural y ésta depende del crecimiento y reproducción de los organismos. El potencial de restauración es, por ende, la factibilidad de ampliar las entradas (atenuar limitantes y tensionantes severos), restringir las salidas (atenuar tensionantes leves) y hacer la mejor conversión de lo que se acumula dentro (incrementar cantidad y diversidad de los organismos y el suelo).

Las condiciones socioeconómicas son el principal determinante de cuánto y cómo puede ser restaurado. En la mayoría de los casos en el área rural, la opción más viable es la reconstitución de un agroecosistema bien balanceado, en dos formas:

- Por compartimento: a modo de un mosaico de espacios productivos y espacios de sustentación ambiental (parcelas, potreros, huertas, rondas, nacederos, bosquetes, parques, zonas verdes).
- Por compromiso: con compartimentos que combinen procesos productivos y procesos de restauración y preservación (jardinería amable, forestería, silvopastoriles, agroforestales, cercas vivas, reservorios piscícolas, apicultura en ecotonos, aprovechamiento de productos no maderables del bosque, etc.).

Es decir, que la principal estrategia es el aumento de la diversidad estructural y funcional del ecosistema, partiendo de un ordenamiento de microcuenca y de cada predio, para negociar caso por caso y en comunidad, los espacios a ser destinados a cada función.

El potencial de restauración es menor en los sitios con suelos más degradados, menos remanentes de vegetación natural, y especialmente en los sitios más fríos, como en aquellos que han sufrido paramización secundaria.

Afortunadamente, los puntos y franjas de mayor potencial, usualmente coinciden con los prioritarios: rondas, cañadas, pantanos, nacederos.

Priorización

La restauración ecológica es, de hecho, una prioridad para el Distrito Capital, dada su alta demanda de servicios ambientales y el avanzado deterioro de sus ecosistemas.

Puestos sobre un proyecto puntual, al momento de priorizar estrategias y tratamientos, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Deben aplicarse primero los tratamientos más directamente relacionados con los objetivos de restauración, es decir, con los atributos o servicios que pretenden restaurarse.
- En la medida de lo posible, atacar los procesos degradativos en la base de las cadenas de causas y efectos.
- Dentro de tal lógica, los elementos bióticos no pueden restablecerse sin recuperación de los recursos físicos básicos. Así mismo, la elaboración de una cultura de conservación debe preceder y acompañar todo proceso de restauración.
- En primer lugar deben tratarse los tensionantes que han llevado al ecosistema al estado actual y lo mantienen en el mismo (control de tensionantes leves y severos).
- Antes que rehabilitar ecosistemas primitivos, deben recuperarse las entradas de energía al ecosistema, sus reservas (humedad, nutrientes, materia orgánica), su productividad y la generación de servicios ambientales.
- En ecosistemas profundamente transformados por el hombre, deben sopesarse las prioridades de gestión social, económica, ambiental, etc. y con base en su ponderación planificar el ecosistema que quiere construirse.

En cualquier caso, y especialmente en el contexto colombiano, debe priorizarse lo factible. Es preferible un pequeño éxito que sirva de inicio a un proceso positivo a largo plazo, que el fracaso y la insistencia en lo imposible. Lo imposible, a la larga, está compuesto de pequeños acuerdos entre logros y oportunidades encadenados. 2000 años de agricultura, 500 de urbanización, 150 de guerras civiles, 60 de revolución industrial y 40 de revolución verde, dejan efectos sobre los ecosistemas y la cultura que no pueden revertirse en el lapso de un primer ni un segundo intento.

La restauración ecológica no es sólo el retorno a ecosistemas primitivos (previos al efecto antrópico). Es, ante todo, la recuperación de atributos estructurales y funcionales, que representan bienes y servicios claves para la supervivencia y bienestar del hombre, a nivel material, intelectual y espiritual.

Las prioridades de la restauración son, pues, las del desarrollo humano sostenible.

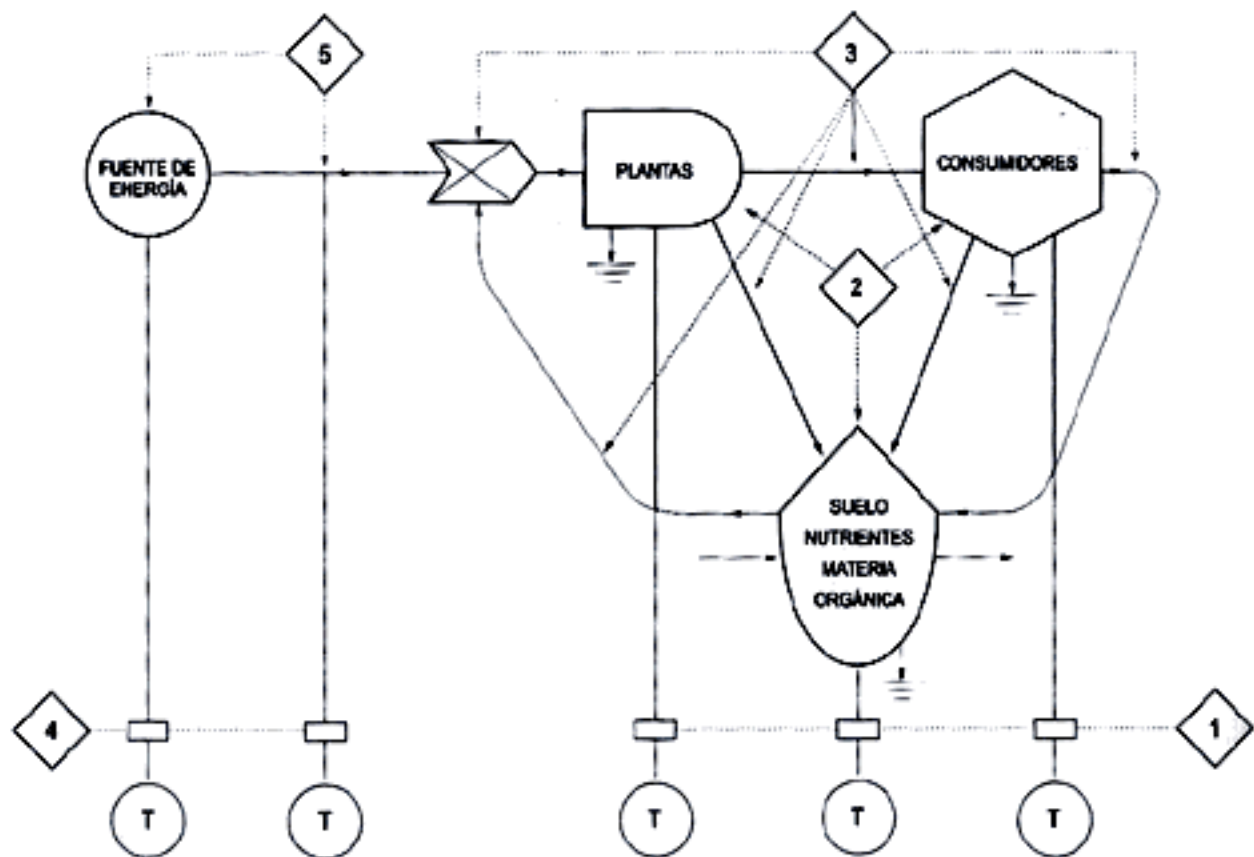
Estrategias y lineamientos generales para la restauración

En correspondencia con el modelo de tensionantes, arriba citado, Brown & Lugo (1994) plantean 5 conjuntos de estrategias de rehabilitación:

1. Basadas en la remoción o control de los tensionantes leves (frecuencia de quemas, sobrepastoreo, tasa de cosecha, erosión moderada).
2. Basadas en la adición de especies (plantas, animales o microorganismos) o materiales (fertilizantes, materia orgánica, agua).
3. Basadas en la regulación de la tasa de los procesos ecosistémicos, es decir, los flujos entre los compartimientos (ej: regular la composición y estructura del suelo para sincronizar liberación edáfica y captación vegetal de los nutrientes).
4. Basadas en la remoción de los tensionantes severos.
5. Basadas en la regulación de las fuentes o entradas de energía.

En la figura 2 (tomada de los amismos autores) se representan las 5 estrategias básicas en relación con el modelo de tensionantes del ecosistema.

Figura 2, Estratégias de restauración según tipos de tensionantes



Las estrategias 1-2 son menos costosas y complejas en comparación con las del grupo 3; las 4-5 son generalmente las más complejas y costosas.

Dado que predomina un régimen de tensionantes leves crónicos, se impone como primera estrategia de restauración la supresión o control de dichos tensionantes, traducida a tratamientos de aislamiento y otros métodos de reducción de la presión sobre la regeneración del ecosistema, a través de cambios cualitativos y espaciales de las prácticas agropecuarias.

En segundo lugar se procederá a la revegetalización. Muchos tratamientos pueden combinar ambas estrategias, creando aislamientos mediante barreras mixtas físicas–vegetales, verbigracia cercos de alambre y especies no palatables.

La definición misma de restauración ecológica, como una actividad humana de apoyo a la regeneración natural, siguiendo (en lo posible) los rasgos estructurales y funcionales de ésta, dicta ya una estrategia general.

Esta estrategia general, puede describirse en la siguiente secuencia:

- Precisar los objetivos sin cerrarse a lo que el ecosistema puede inesperadamente ofrecer.
- Controlar los tensionantes.
- Atenuar los limitantes.
- Comenzar los tratamientos en los puntos y franjas con mayor potencial de restauración, formando focos y corredores de actividad biológica.
- Introducir las especies vegetales en el orden sucesional y en la posición ambiental que les corresponde, induciendo y acelerando la sucesión natural.
- Crear una red de sustentación a través del área a restaurar, en donde los focos y franjas de restauración engloben y surquen las áreas más alteradas a restaurar luego y aquellas donde se mantendrá la alteración (el uso).
- No escatimar ningún recurso aplicable y aprovechar cualquier desarrollo del ecosistema.

En principio se intenta recomponer un modelo natural, ajustado a la nueva dinámica humana del ecosistema. Si el ecosistema eventualmente restaurado difiere del primitivo o de la vegetación señalada inicialmente como potencial, pero tiene todos los atributos buscados (estabilidad, servicios ambientales, belleza, diversidad, etc.), vale.



[Volver al índice del Protocolo](#)



∴ PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ∴



[Volver al índice del Protocolo](#)



7. CUADROS DE RESTAURACIÓN: del 1 al 6



CUADRO 1: PÉRDIDA DE CAUDALES EN NACEDEROS Y MICROCUENCAS ABASTECEDORAS

Este cuadro es la necesidad más patente en la percepción de los pobladores campesinos y suburbanos de las áreas rurales del Distrito Capital, en especial en las más cercanas al casco urbano.

La restauración ecológica es, en este caso, una alternativa de manejo para estabilizar y conservar, no una promesa de agua extra ni una excusa para alterar y destruir el paisaje y el modo de vida rural y suburbano, a cuenta de lo "estirable" de los recursos.

El escenario de protección y restauración del recurso hídrico es la microcuenca. Poco puede hacerse por un nacedero, si ladera arriba, en las áreas de recarga, se manejan mal los recursos.

Si bien toda la microcuenca participa en el ciclo hidrológico, nos interesan especialmente cuatro zonas:

- Zonas de recarga: partes altas (generalmente con menor pendiente, arriba de las laderas), donde el agua lluvia se infiltra en el suelo y penetra en el acuífero (red subterránea de la microcuenca).
- Zonas de descarga: partes medias y bajas, donde el agua del acuífero aflora. Se trata de nacederos, manas, orillas de quebradas y hondonadas pantanosas.
- Zonas de regulación: pueden también ser de recarga. Son las que almacenan agua: páramos, turberas, lagunas, pantanos, chuscales, bosques protectores, jarillones, jagüeyes, reservorios, embalses, etc.
- Cinturones de condensación: a cierta altura (3000–3200 msnm) o en ciertos picos, se produce una mayor acumulación y paso de nubes bajas (nieblas, estratos de ladera). Si estas zonas tienen buena cobertura de bosque nativo, el vapor se condensa sobre el follaje fresco y escurre hasta el suelo forestal que lo almacena como una esponja.

La pérdida de caudales está generalmente acompañada por deterioro de los suelos en dos formas. La erosión superficial decapita los perfiles y se pierde masa de retención. La pérdida

de cobertura vegetal más la pérdida de suelo retenedor de agua producen un descenso total del almacenaje y la capacidad de regulación.

De otra forma, la desforestación más el pisoteo (y en ocasiones la mecanización de los cultivos) produce pérdida de la estructura porosa del suelo; tal compactación disminuye la infiltración del agua en el suelo y la roca, tanto como la capacidad de retención intersticial (agua de los canalículos del suelo), lo cual se suma para disminuir tanto la entrada de agua como el almacenaje del suelo y, por ende, la capacidad reguladora y el caudal básico.

Por otra parte, no pueden descartarse los cambios climáticos. Los cambios del macroclima (atmósfera global y macrorregional) escapan a los alcances del presente Protocolo, aunque la revegetalización ciertamente contribuye a la fijación de carbono y el control del cambio climático.

A escala del manejo de las microcuencas abastecedoras, tiene mayor importancia el mesoclima, esto es, las condiciones atmosféricas particulares de un valle, una microcuenca, etc., esto es, el clima local. La desforestación produce modificaciones de la temperatura y, principalmente de la humedad atmosférica. El principal efecto en los ecosistemas andinos es el cambio de superficies forestales frías y condensadoras por potreros y suelos desnudos, superficies más cálidas, por lo cual disminuye la condensación sobre las superficies terrestres y vegetales (precipitación coadyuvada), con lo que la microcuenca se hace más cálida y seca.

Aunque la recuperación de la oferta hídrica es importante y es factible hasta cierto punto (en el que ya el clima y la geología no dan para más), la perspectiva de mejores caudales no debe ser empleada como excusa para la urbanización. Ningún tratamiento de restauración puede compensar la pérdida de caudales ocasionada por la urbanización de las áreas rurales.

Todas las microcuencas y nacederos deben ser conservados como fuente exclusiva de suministro hídrico. Este es el único mecanismo definitivamente eficaz para controlar la densidad de poblamiento y la conservación de los modos de vida rural y suburbano.

La presión por crear acueductos microrregionales o conexiones al acueducto urbano en el área rural del Distrito, acarrea siempre la violación de todos los límites de densidad y el abandono de las microcuencas, con lo que éstas se convierten en cloacas y basureros mientras los bosques protectores se talan para dar cabida a más lotes y nuevas construcciones.

La consecuencia última es la destrucción del modo de vida rural y suburbano, el desplazamiento de la población que se pretendía beneficiar, la destrucción de la oferta ambiental del área rural y la expansión de la carga de servicios públicos y problemas sociales del casco urbano.

Condiciones físicas básicas

- Se cumplen las mencionadas en las generalidades.

Oferta ambiental

En este caso la oferta ambiental básica son las entradas de agua: los caudales que entran en

el área procedentes de otras, más el agua que puede ser captada in situ, según el balance hídrico local y la superficie de captación. Otros elementos aportan a la restauración:

- Humedad y materia orgánica concentradas en puntos bajos o de poca pendiente.
- Pequeños y medianos núcleos de condensación asociados a peñas, cañadas o masas de vegetación leñosa.
- Puntos de exurgencia.
- Zonas de regulación (arriba mencionadas).
- Zonas con vegetación bioindicadora de suelos húmedos.

Potencial biótico

- Tráfico de dispersores y propágulos concentrado en cadenas de parches y a través de cañadas y hondonadas.

Potencial sociodinámico

- Alta sensibilidad tradicional al recurso agua.
- Dependencia económica estricta del suministro hídrico.
- Frecuente existencia de organización local alrededor del agua (acueducto veredal, junta de acueducto, etc.).
- Falta de conocimiento preciso sobre el ciclo de agua y conceptos claves (zonas de recarga y descarga, acuífero, caudal básico, infiltración, regulación, papel de la vegetación, etc.).
- Falta de conocimiento sobre relación uso – suelo – agua.
- Creencias erróneas sobre el funcionamiento de nacederos, acuíferos, quebradas y reservorios.
- Dificultad en comunicaciones y convocatoria por las distancias.
- Distorsión de la información por demoras en la comunicación y fallas de interpretación.
- Frecuentes conflictos vecinales alrededor de quebradas y nacederos, por aguas o por linderos.
- Predisposición negativa a la revegetalización por creencia errónea en que

ésta puede acarrear eventual pérdida de la propiedad, adquisición de servidumbres u otras restricciones al dominio.

- Dificultad para la extensión y para la organización por clima de inseguridad y problemas de orden público.
- Experiencias anteriores (positivas o negativas) de reforestación o revegetalización.

Factores limitantes

- Zonas con precipitación escasa y/o irregularmente distribuida a lo largo del año.
- Tamaño de la propiedad reducido, obligando a uso máximo de la superficie cultivable.
- Tenencia de la propiedad (propietario ausentista, arrendatario) que dificulta o desmotiva la aplicación de tratamientos de mediano y largo plazo.

Factores tensionantes

Son muchos los factores que inciden en el suministro hídrico, pues si «la vegetación es la matriz de los ecosistemas terrestres», cierto es también que el agua es su síntesis. Entre los tensionantes típicos de este cuadro se tienen:

- Tala de bosques protectores para ampliación de cultivos y pasturas. Eventual y expansiva. [3]
- Compactación del suelo por pisoteo y consecuente pérdida de infiltración. Permanente y creciente. [2,4]
- Erosión por labranza con la pendiente (de pa'bajo). Periódica y creciente. [2,4]
- Erosión por establecimiento de coberturas transitorias y escasas. Periódica y creciente. [4,2]
- Pérdida de retención hídrica en suelo por erosión. Permanente y creciente. [2]
- Contaminación de agua y suelo por agroquímicos. Periódica, acumulativa y creciente. [2]
- Quema-pastoreo en las áreas de recarga de las partes altas (páramo y subpáramo). Periódica. [3-5]
- Avenamiento de suelos pantanosos en cimas y laderas. Episódico y poco

reversible. [2]

- Alteración micro y mesoclimática por deforestación (calentamiento, aumento de temperatura y evaporación, disminución de condensación y precipitación coadyuvada por la vegetación). Progresiva y difícilmente reversible. [1,2]
- Aumento de oscilaciones de caudal por pérdida general de regulación en suelo – vegetación. Impacto de sequías y avenidas (crecientes) sobre el ecosistema. Progresiva. [2]
- Aumento de transpiración por cobertura forestal inadecuada en zonas de recarga o descarga (ver Cuadro de Restauración 11). Constante. [2]
- Descenso freático y alteraciones del drenaje por apertura de vías u otras grandes excavaciones (ver Cuadro de Restauración 5). Episódico y definitivo [1,2]
- Disminución de la infiltración por aumento de superficies duras (edificios, aceras, pavimentos, etc.). Progresivo y definitiva [2]
- Cultivos extendidos sobre áreas críticas para la restauración (áreas de recarga y descarga acuífera, márgenes hídricas). Constante. [3]
- Demanda hídrica superior a la oferta, lo que puede acarrear la desecación temporal de pozos, nacederos y lechos, y procesos de compactación y sellamiento de puntos de exurgencia. Eventual. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

- Todo lo que altere en el ecosistema se refleja en la cantidad, calidad o regularidad del agua.
- La afectación de cada etapa del ciclo hidrológico tiene efectos complejos sobre las siguientes.

Alteración

- La pérdida sostenida de caudales representa una baja total en los signos vitales del ecosistema.
- Desde el punto de vista de la pérdida de un servicio ambiental básico, se califica como degradación del ecosistema.
- La tendencia es generalmente creciente. La oferta hídrica escasa afecta a todo el desarrollo del ecosistema y esto, a su vez, afecta la capacidad de regulación.

- El aumento de la demanda complica la situación.

Potencial de restauración

- La oferta hídrica potencial, depende básicamente de la geología y clima de la microcuenca.
- Nunca es posible restaurar el máximo de esa oferta potencial, pues muchos cambios de coberturas y suelos son prácticamente irreversibles.
- La máxima restauración factible depende del ordenamiento de la cuenca, ubicando elementos de preservación y restauración en las áreas críticas para el ciclo hidrológico y manejando las coberturas vegetales hacia un óptimo de captación/evapotranspiración.

Priorización

- Zonificación de la microcuenca a tratar, ubicando las zonas claves (recarga, descarga, regulación y condensación) y la distribución espacial de oferta y demanda.
- Priorizar las zonas claves en los tratamientos.
- La restauración debe ir siempre primero de las partes altas hacia las bajas.
- Las áreas de recarga, condensación y regulación deberían tratarse primero o, cuando menos, al mismo tiempo que las zonas de descarga.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

La conservación o la degradación del agua y el suelo son inseparables. La cobertura vegetal es la clave de ambas.

No se debe olvidar que las plantas, como seres vivos, consumen agua. Las plantas que más agua consumen son las más grandes y de crecimiento rápido (pinos, eucaliptos y acacias). Una buena cobertura vegetal no produce más agua, sino que aumenta su regularidad: menos agua en invierno y más en verano, que es lo que hace falta.

La esencia de la protección y restauración del caudal puede resumirse en tres puntos:

- Aumentar la condensación mediante el máximo de coberturas vegetales frescas (bosques nativos y rastrojos).
- Minimizar la evapotranspiración por coberturas cálidas expuestas (cemento, potreros, suelos erosionados) o cultivos de alto consumo (especies forestales exóticas).
- Disminuir la escorrentía (cantidad y velocidad del agua que corre sobre el

suelo, erosionando y marchándose de la cuenca).

- Aumentar la infiltración (cantidad de agua que se detiene y penetra en el suelo.
- Aumentar las reservas (volumen y extensión de las zonas de regulación).

Esto debe aumentar el caudal básico (caudal de estiaje), que es la cantidad mínima de agua que brota o fluye en el tiempo más seco. El caudal básico es la verdadera oferta hídrica disponible, con base en la cual se debe calcular la capacidad de carga de la microcuenca en cultivos, ganados, personas, casas, etc



CUADRO II: AGRICULTURA Y GANADERÍA SEMIEXTENSIVA DE LADERA

A medida que la urbanización a desplazado a la actividad agropecuaria de los suelos de mayor aptitud, ésta se ha ubicado sobre extensas áreas poco aptas, ecosistemas frágiles de alta montaña.

El establecimiento de un régimen crónico de perturbaciones por tiempos prolongados, ha acarreado la eventual degradación de la misma base productiva: los recursos naturales.

La degradación de la base productiva (clima, agua, suelo y biodiversidad) conlleva una pérdida de productividad y dificultad para regenerar y mantener el modo de vida rural.

Al tiempo que las ganancias merman, las necesidades aumentan, gracias al desarrollo. El campesino, siempre alcanzado, redobra la intensidad de sus prácticas de manejo, arreciando el régimen de tensionantes sobre el suelo.

Gran parte del aumento de la productividad logrado con las innovaciones tecnológicas de la revolución verde (nuevas variedades, agroquímicos, etc.) fue tan sólo una ficción creada a base de forzar al ecosistema a liquidar sus reservas, especialmente de suelos.

Condiciones físicas básicas

- Las básicas mencionadas al inicio de la sección. Se trata de la generalidad de las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá.

Oferta ambiental

- Una parte importante de la oferta ambiental en este cuadro es la distribución espacial del régimen de perturbaciones agropecuarias. No todos los espacios dentro del área manejada están sometidos a la misma intensidad de fuego, pastoreo, labranza, etc.
- Por ello mismo, los efectos tensionantes se hallan atenuados en espacios como cercos, caminos, afloramientos rocosos, terrenos marginales (en barbecho), cañadas y pendientes fuertes. En estos puntos se mantienen mayores reservas y suelen servir de focos iniciales de restauración.

Potencial biótico

- La disponibilidad de seres vivos para iniciar la restauración se halla concentrada en los espacios marginales de la producción y en las áreas de mayor pendiente.
- Normalmente, la perturbación agropecuaria se extiende transversalmente en las laderas sobre las franjas de menores pendientes. Debido a esto, las comunidades vegetales propias de este segmento de la ecoclina son las más propensas a la fragmentación y la extinción.

Potencial sociodinámico

- Se cumplen las mencionadas inicialmente en las generalidades.
- Fuerte arraigo tradicional a la actividad agropecuaria.
- En general, lo urgente prima sobre lo conveniente, así como el ganado (así sea poco) es más importante que los cultivos y éstos que el medio ambiente.
- Escasa valoración de los elementos naturales no directamente vinculados (en la percepción de la cultura local) a la ganancia económica.
- Motivación sensible a ganancias en seguridad, productividad y al recurso hídrico.
- Moderada sensibilidad al valor comercial de la tierra. La tierra vale por arraigo familiar y local. Adquiere valor comercial cuando la producción decae y la presión de compra - urbanización aumenta.
- Alta sensibilidad al ejemplo y la envidia, así como al ridículo. El campesino como ser comunitario, en general prefiere hacer como otros hacen y destacarse del modo aprobado por la convención social, no en modos innovadores.

Factores limitantes

- Los mencionados en las generalidades al principio de la sección.
- Limitante cultural en la escasa propensión a la experimentación o la toma de riesgos en innovaciones.

Factores tensionantes

- Pérdidas de nutrientes por lavado vertical y horizontal (lixiviación). Permanente y creciente. [4]

- Erosión superficial constante, periódicamente intensificada (labranza, poscosecha). Permanente y creciente. [4]
- Decapitación, por erosión severa, de horizontes irrecuperables del perfil del suelo (p.e. cenizas volcánicas). Local, progresiva e irreversible. [2,4]
- Descenso del balance hídrico (relación con Cuadro 1). Creciente y difícilmente reversible. [2]
- Tala de bosques y rastrojos para expansión de pastos y cultivos. Eventual y creciente. [3]
- Monocultivo. Permanente; localmente creciente o decreciente. [3]
- Entresaca de fragmentos boscosos para leña, tutores, postes, etc. Puntual y periódica. [3]
- Clareo de fragmentos por incursión del ganado. Permanente y progresiva. [3,4]
- Eliminación de los bancos de semillas y plántulas por erosión superficial y prácticas de control de malezas. Progresiva y difícilmente reversible. [3,4]
- Competencia agresiva y alelopatía de pastos y forestales introducidos. Local y constante. [3]
- Destrucción de la biota del suelo por actividades agrícolas y/o pecuarias. Progresiva y medianamente reversible. [4]
- Alteración físicoquímica del suelo (frecuentemente irreversible) por cambio de régimen microclimático. Progresiva e irreversible. [2,4]
- Contaminación de aguas y suelos por agroquímicos. Estacional y acumulativa. [2]
- Pérdida de diversidad y exposición a plagas y pestes. Progresiva y con episodios críticos. [3,5]
- Deterioro microclimático y paramización secundaria. Progresivo y difícilmente reversible. [1,2]
- Introducción de prácticas agropecuarias de explotación intensiva. Creciente. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

En general, el rasgo más sobresaliente de este cuadro es la asociación entre la falta de prácticas de conservación de aguas, suelos y biodiversidad, dentro de los sistemas

agropecuarios. Esto lleva a un agotamiento del potencial productivo y a una intensificación de las prácticas agresivas de explotación, en una espiral de deterioro que sólo se detiene cuando la productividad cae por debajo del umbral requerido para la regeneración económica del sistema de producción. En dicho punto, los terrenos se destinan al pastoreo marginal y quedan expuestos a la urbanización o simplemente marginados.

Alteración

- La alteración corresponde a la forma más típica de deterioro, dado que el manejo intencionalmente hace retroceder el estado sucesional del ecosistema y lo mantiene detenido en un punto de baja diversidad y alta productividad neta, con especies y pulsos convenientes para la cosecha.
- La alteración agrícola es esencial en el paisaje humanizado y, en especial, de las zonas rurales. Esta transformación es sostenible siempre y cuando se mantenga un balance en el mosaico, entre espacios en diferentes estados sucesionales (campos, barbechos, bosques).

Potencial de restauración

- El potencial de restauración varía principalmente en función del sociodinámico. Condiciones como organización, tenencia, rentabilidad de la explotación, son determinantes de la factibilidad de la restauración.
- Para las condiciones políticas y socioeconómicas del Distrito, el potencial es la creación de un rico mosaico de espacios de producción, preservación y restauración, a distintas escalas, desde la local hasta la predial.

Priorización

- La prioridad es el ordenamiento a distintas escalas (distrital, local, zonal, predial), procurando el balance entre funciones y entre estados sucesionales, así como la conectividad entre los elementos de sustentación ambiental a través del territorio.
- La restauración debe hacerse parte de los ciclos y prácticas de la explotación agropecuaria (y no una opción siempre excluyente), a través de técnicas de conservación de agua, suelo y biodiversidad.
- La restauración de agroecosistemas sostenibles y paisajes rurales bien balanceados es una prioridad distrital, establecida dentro de los documentos que sustentan el Plan de Ordenamiento Territorial.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

- Dada la estrecha interdependencia entre ordenamiento y restauración en este cuadro, la estrategia debe apuntar, en la medida de lo posible, a ir de lo micro a lo macro, incorporando los conceptos de ordenamiento, producción sostenible, preservación y restauración, desde el escenario del predio, e integrándolos en escalas ascendentes, a través de microcuencas, veredas y

localidad.

- En los espacios de la producción destinada al intercambio económico, como son las parcelas de monocultivo y los potreros de lechería, es mayor la presión de uso y menor la disposición a correr riesgos o innovar. La mayoría de los tratamientos deben limitarse a los espacios marginales: huertos, cercos, caminos, cañadas, escarpes, afloramientos rocosos, acequias, rondas, etc.
- La aplicación de incentivos diversificados (económicos, cognitivos, socioafectivos, etc.) es esencial en el tratamiento de este cuadro de restauración.
- El concepto de agroforestería debe aplicarse en un sentido muy amplio y versátil, orientándolo a la maximización de los elementos leñosos unida a la modificación integral de los ciclos, haciéndolos más conservativos (en dinero, recursos naturales e información).



CUADRO III: DESPLOMES DE MÁRGENES DE CURSOS DE AGUA

Los desplomes de riberas son una forma de desprendimientos masivos (o erosión en masa, para otros), que tienen una forma típica y una alta ocurrencia en las zonas andinas, siendo uno de los cuadros de restauración más frecuentes en el oriente de Cundinamarca.

Estos procesos son típicos de las zonas de modelado de disección pluvial (donde los ríos y quebradas han labrado profundos valles en "V") y por ende es muy raro encontrarlos en zonas de páramo y subpáramo con geofor mas periglaciares.

El proceso es crítico en zonas donde se combinan una elevada humedad atmosférica y edáfica, pendientes fuertes y suelos sobre capas de arcillas y otros materiales de baja permeabilidad. El agua tiende a acumularse entre las capas impermeables del suelo; los horizontes superiores más pesados por el agua retenida, en algún momento se desprenden, deslizándose sobre la bolsa de agua y arcilla licuada.

En las bases de las laderas, sobre las riberas, la acumulación de la escorrentía hipodérmica y subterránea de las pendientes superiores, aumenta la exposición a los desplomes. Cada desplome deja un juego de pendientes fuertes que desestabiliza la porción superior inmediata; ésta se desploma y el proceso continúa, a manera de "mordiscos" que avanzan ladera arriba (erosión remontante), buscando un juego de pendientes estable en relación con la solidez del material y la fuerza erosiva (caudal + pendiente).

Los principales desplomes ocurren durante las avenidas (crecientes fuertes del caudal). Las avenidas arrastran materiales diversos (troncos, piedras, barro) y, ocasionalmente, forman represamientos. La ruptura final de las presas naturales genera avenidas aún peores corriente abajo.

Aunque esta dinámica es típica de las cuencas superiores (cursos de órdenes bajos) en montañas sedimentarias jóvenes, como la Cordillera Oriental, es claro que cualquier intervención humana que aumente la erosión, disminuya el drenaje del suelo o aumente la

irregularidad de los caudales, puede agudizar la erosión remontante.

Algunas prácticas tradicionales bastan, a veces, para prevenir mayores daños; este es el caso del acostumbrado avenamiento (apertura y mantenimiento de zanjas de drenaje), que contribuye a evacuar el excedente hídrico de los terrenos saturados.

Se dan también casos, en que ciertos comportamientos complican la situación, como sucede cuando vecinos separados por el cauce problemático, desvían el caudal principal hacia el lindero del frente, una vez el uno, otra vez el otro ("recostar el chorro"), defendiendo la bancada propia a costa de destruir la ajena.

Otro error frecuente, es la reforestación de las zonas inestables, con lo cual se añade gran peso a las masas de suelo ya propensas a desprenderse. Hasta cierto punto, los árboles de raíces profundas (pivotantes) contribuyen a anclar el suelo superficial a los horizontes profundos. Sin embargo, árboles muy densos y grandes hacen gran peso y palanca sobre el terreno, acelerando el desplome y aumentando los riesgos de aplastamientos (los troncos se suman a la masa en movimiento) y represamientos.

Uno de los principales requisitos de este cuadro, es la evaluación (frecuentemente se requiere de un especialista en geotecnia) para establecer en qué medida la situación es connatural a las condiciones físicas del terreno o es generada por la intervención humana y hasta qué punto puede ser corregida y con qué herramientas. Cuando los tratamientos son más costosos que las obras y predios amenazados, se imponen la evacuación y dejar actuar a la Naturaleza.

Dado que el Protocolo se centra en los tratamientos de vegetación y medidas complementarias simples, no se tratarán aquí los aspectos geotécnicos que, frecuentemente, forman la mayor parte de los tratamientos aplicables a este cuadro. Sin embargo, pueden darse algunas orientaciones.

Condiciones físicas básicas

- Pendientes fuertes sobre márgenes de ríos y quebradas.
- Humedad alta de suelo y atmósfera.
- Rocas y suelos arcillosos.
- Mayor frecuencia en invierno, durante las avenidas.
- Directamente ligado a la hidráulica de cada curso y tramo.
- Frecuentemente no es un problema (solucionable), sino una situación propia del desarrollo geomorfológico de una red de drenaje.

Oferta ambiental

- Las condiciones físicas asociadas al problema establecen una rica oferta ambiental (riqueza mineral, humedad alta y constante, suelos frecuentemente

orgánicos).

- La oferta está muy restringida en cuanto a estabilidad del sustrato. Una zonificación detallada de las áreas afectadas ayuda a establecer los puntos que ofrecen mayor estabilidad.

Potencial biótico

- Las cañadas son corredores ecológicos naturales y, salvo en situaciones de total deforestación, las zonas afectadas por desplomes de márgenes están sometidas a un tráfico alto de dispersores y una intensa lluvia de semillas.
- Existe una flora (un conjunto de especies) adaptada a la dinámica de desplomes. Algunas de estas especies de hecho contribuyen a añadir peso y desprender las laderas, con lo que el proceso vuelve a empezar (sucesión cíclica). Otras, sin embargo, son de bajo porte (ej.: *Myrica parvifolia*, *Myrica pubescens*) y constituyen excelentes herramientas para tratar las zonas afectadas.

Potencial sociodinámico

- El manejo inadecuado de riego y pastoreo (por compactación y terraceo) en los predios superiores, agrava los problemas de reptación y solifluxión en los vecinos de abajo. Se requiere una cadena de cooperación de arriba hasta abajo.
- Los problemas de linderos asociados a los cursos inestables y divagantes y a los desplomes de las riberas, dificultan el adecuado manejo hidráulico de tramos críticos.
- Las personas suelen percibir los desplomes de riberas como el principal problema de erosión, aún cuando muchas veces es más importante (y más sutil) la erosión superficial (laminar, terraceo, etc.).
- Es frecuente que los deslizamientos afecten infraestructura comunitaria, bien sea por su ubicación natural (puentes) o por situarse precisamente en predios marginales (como algunas escuelas). Esto aumenta la sensibilidad al problema.

Factores limitantes

- La inestabilidad del sustrato afecta la viabilidad de los tratamientos, convirtiéndose en el principal factor de zonificación detallada.

Factores tensionantes

Aunque la dinámica es frecuentemente natural, algunos factores antrópicos pueden agudizarla:

- Compactación y terraceo por manejo inadecuado del pastoreo en suelos mal

drenados. Permanente y creciente. [4]

- Aumento de la irregularidad de los caudales por deforestación y destrucción de suelos en las áreas de recarga. Creciente. [2,3]
- Pérdida de cobertura vegetal en las márgenes (cultivos y pastoreo hasta la orilla). Permanente y creciente. [3]
- Reforestación en pendientes fuertes e inestables. Eventual. [2,3]
- Alteración hidráulica de los cauces, por obras civiles (ej: estribos de los puentes, muros de contención) o por desviación intencional del caudal. Eventual y difícilmente reversible. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

- Siendo la misma inestabilidad el principal limitante para la restauración, todos los tensionantes están relacionados positivamente, al incrementarla.

Alteración

- Aunque la apariencia es terrible y los riesgos son frecuentemente graves (para vidas e infraestructura), estos desplomes puntuales no constituyen una alteración drástica del ecosistema y frecuentemente hacen parte de su dinámica. Dado que rara vez se detiene la sucesión, deben ser considerados como alteraciones leves.

Potencial de restauración

Es altamente variable. Dependiendo de la extensión y la dinámica de cada caso, las opciones van desde tratamientos vegetacionales y físicos simples, pasando por obras civiles de distintas envergaduras, hasta el desalojo del área.

Priorización

- Lo primero que debe hacerse es una evaluación realista de las causas y la factibilidad, rentabilidad de la corrección.
- La zonificación detallada de los focos debe permitir establecer una prioridad en los tratamientos, empezando por establecer las áreas que no pueden ser directamente tratadas y que deben ser acordonadas para evitar la expansión del proceso.
- Como en todo proyecto de control de erosión, se debe dar prioridad a los tratamientos más simples, partiendo de herramientas vegetales y mecánicas simples.
- Lo llamativo de los desplomes no debe desviar la atención de procesos más

significativos como la erosión superficial generalizada en cultivos y pasturas.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

- Aumentar el amarre horizontal del suelo (aumentar la resistencia al cizallamiento).
- Anclar los horizontes superficiales a los profundos, por medio de herramientas físicas o vegetales (trinchos, seudotrinchos, etc.).
- Disminuir la acumulación de agua hipodérmica (entre capas del suelo, o entre suelo y subsuelo), por avenamiento o con flora desecante (sauces, eucaliptos, etc.).
- Organizar el manejo del riego y el avenamiento entre vecinos.
- La prevención de represamientos y la participación de la comunidad en el monitoreo constante de los cauces problemáticos, son esenciales en la prevención de riesgos asociados a avenidas y deslizamientos.
- El trabajo sociodinámico debe orientarse a fortalecer lazos de cooperación entre vecinos de las partes altas hacia las bajas y desde riberas opuestas de los tramos problemáticos.
- Evaluación y zonificación para establecer lo que vale la pena hacer, dónde y cómo.
- Debe evitarse el apresuramiento en reforestar áreas inestables en pendientes fuertes, pues suele resultar contraproducente.
- El interés despertado por los desprendimientos masivos debe ser capitalizado para la introducción de conceptos y motivaciones más profundos y más amplios, en dirección a todos los tipos de erosión y la incorporación de prácticas de manejo integrado y conservación de aguas, suelos y cobertura vegetal.



CUADRO IV: INESTABILIDAD DE TALUDES DE VÍAS

Este cuadro tiene varias semejanzas con el anterior. Sin embargo, se trata de procesos predominantemente antrópicos, en los que la construcción de vías desata procesos de desprendimientos masivos en laderas de suyo inestables.

En el perfil del corte de una carretera de ladera, pueden distinguirse zonas establecen distintas condiciones de dinámica y manejo:



- La ladera, desestabilizada por el corte del talud.
- El talud, con el subsuelo expuesto y pendientes diversas.
- Las cunetas, sometidas a la concentración de la escorrentía de la ladera superior, interceptada por la vía.
- La vía, usualmente recebada (afirmado de gredas abigarradas de la región), sometida a tráfico y a escorrentía concentrada que tiende a abrir surcos de la cuneta interna a la externa.
- El botadero, conformado por la acumulación de los materiales excavados de la construcción, derrumbes removidos y residuos del afirmado.

En este cuadro de restauración se combinan las condiciones físicas propiciantes (las mismas mencionadas en el cuadro anterior) y la perturbación por la construcción de la vía, agravada por frecuentes errores de trazado y construcción.

Ante todo, debe recordarse que una vía es un corte y rebajamiento de la pendiente a media ladera, el cual recoge toda la escorrentía superficial e hipodérmica de la ladera superior y la conduce sobre las cunetas y la calzada. A esto se debe que los suelos de las cunetas tengan una humedad más alta y constante que las laderas adyacentes. En consecuencia, la flora viaria (de márgenes de vías) coincide mayormente con la riparia (de márgenes hídricas), hasta el punto que los árboles y arbustos que se observan a borde de carretera suelen ser los más indicados para la revegetalización de nacimientos y quebradas en cualquier zona montañosa (incluso si no se conocen las especies).

Si las cunetas no están bien definidas o si no existen tubos o bateas, adecuadamente distribuidos, para el cruce del agua de la interna a la externa, la escorrentía abre sus propias vías para proseguir su camino hacia la ladera inferior. Esto acarrea el deterioro de la calzada, en primer término, y puede llegar a desplomar la carretera, abriendo boquetes en el borde externo.

Sin embargo, el problema más frecuente lo constituyen los desplomes del talud sobre la calzada. Los materiales que obstruyen la vía son arrojados por los operarios al botadero. Allí se forma un sustrato que sepulta el suelo original y parte de la vegetación de la ladera

inferior, conformado por una mezcla poco consolidada de limos, arcillas y fragmentos rocosos de diámetros diversos. La acumulación de escombros en el pie del talud y en el botadero, crea sustratos ruderales (*runderis* = escombros) que favorecen la ocurrencia de especies vegetales propias de los fondos de cañadas inestables, adaptadas a esta mezcla de barro y rocas sueltas, con una sucesión muy similar a la de los claros de deslizamiento en los bosques vecinos. Es por ello que la flora viaria es más frecuentemente llamada "ruderal".

Entre tanto, el talud es colonizado por plantas propias de escarpes y afloramientos rocosos (Bromeliáceas, Ericáceas, Gramíneas, entre otras), que crean una sucesión rupestre, la cual, en grandes taludes, puede ser cíclica (desplome, regeneración, sobrepeso vegetal, desplome) si alcanza una masa importante de leñosas, a semejanza de las de los escarpes inestables de la región.

Los desplomes en los taludes, la reptación en los botaderos y el carcavamiento de la calzada y las cunetas, son problemas asociados a la escorrentía alterada por la vía. Estos problemas, como el agua, se concentran y multiplican de arriba hacia abajo. Esto es especialmente cierto donde las carreteras descienden en zigzag a través de la misma ladera: los errores y problemas de los tramos superiores recaen sobre los inferiores; la reptación del botadero en la curva de arriba se convierte en raíz y parte del desplome en el tramo inmediato de abajo.

En general, en Colombia la construcción de vías disputa el primer lugar por el perfil técnico más bajo en la gestión ambiental sectorial, con la construcción de ductos para hidrocarburos.

Por supuesto, no se trata sólo de los problemas para la conservación de la vía misma, sino de los impactos que la vía genera y conduce sobre los ecosistemas fragmentados por ella, así como los cambios en el ordenamiento espontáneo local a partir del aumento de la conectividad socioeconómica y la pérdida de conectividad ecológica. Sin embargo, en el país se tiende a manejar la vía "en el aire" (a veces literalmente), con indiferencia hacia las interacciones ambientales entre ésta y las microcuencas alteradas.

Condiciones físicas básicas

Además de las condiciones microambientales arriba descritas, las condiciones físicas típicas coinciden con las del cuadro anterior:

- Humedad atmosférica y edáfica alta.
- Pendientes fuertes e inestables. Modelados jóvenes de disección.
- Rocas arcillosas poco consolidadas.

Oferta ambiental

- La oferta ambiental es mayor en el pie del talud y en el botadero, donde se acumula humedad y materiales orgánicos y minerales diversos.
- El talud presenta la menor oferta ambiental, con una sucesión afín a la rupestre, distinta a la ruderal de las márgenes viarias, más similar a la riparia.

Potencial biótico

- La severa perturbación del sustrato en ambos costados de la vía (desplomado arriba, sepultado abajo) hacen que pueda contarse poco con los mecanismos locales de regeneración (semillas, plántulas, retoños), dependiendo principalmente de la diáspora (tráfico de propágulos).
- Los cordones de vegetación ruderal son importantes canales para el tráfico de dispersores.
- El potencial es mayor en los cruces de cañadas con vías, donde la combinación de cordones riparios y ruderales forma núcleos naturales de preservación y regeneración.
- La disponibilidad de rodales semilleros en las laderas superiores es determinante de la disponibilidad de propágulos (semillas, esporas) para la regeneración espontánea e inducida de las márgenes viales.

Potencial sociodinámico

- La importancia de las vías para el tránsito y comercialización rurales determina una alta sensibilidad comunitaria hacia este cuadro, frecuentemente priorizado por las organizaciones y administraciones locales.
- En algunos casos existe tradición de bajo perfil técnico en el diseño, construcción e interventoría de las obras. Esto mantiene un alto ritmo de contratación en el mantenimiento.
- En muchos sectores la construcción y mantenimiento de mínimas obras de arte (cajas, cunetas, drenajes) depende de los vecinos. Esto hace que se requiera coordinación entre los vecinos para el manejo de la escorrentía carretera abajo.

Factores limitantes

Los limitantes, como los demás factores, se distribuyen según los microambientes arriba descritos:

- En los taludes los limitantes son más severos: pendiente fuerte e inestable, sustrato mineral expuesto, baja acumulación de humedad y suelo.
- En las cunetas y el botadero, el drenaje puede ser demasiado lento; sin embargo, este limitante sólo restringe la flora que puede colonizar.
- Algunos botaderos son focos importantes de reptación y solifluxión, dada la baja consolidación del sustrato depositado y su mínima adhesión a la superficie original sepultada. Allí la inestabilidad del sustrato es un limitante importante.

Factores tensionantes

La excavación y construcción misma de la vía es el principal tensionante, a partir del cual se generan una serie de impactos más específicos:

- Alteración del patrón de escorrentía superficial e hipodérmica. Permanente y estable. [2]
- Desplomes y erosión remontante en taludes inestables. Recurrente y creciente. [2]
- Soliflucción en los botaderos sobre las laderas inferiores. Constante con episodios críticos (posibilidad de pequeñas avalanchas). [2,4]

Deben añadirse los impactos que no afectan la vía:

- Fragmentación de los ecosistemas boscosos. [3]
- Alteración del ordenamiento espontáneo local y regional. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

El cuadro se genera a partir de la interacción entre la construcción y los limitantes de inestabilidad y drenaje deficiente de las laderas afectadas.

Alteración

- La vía representa una destrucción y suspensión de la sucesión en cunetas, calzada y parte del talud. También implica una desviación de la sucesión en el talud creado, el botadero y las laderas adyacentes, por las alteraciones de sustrato, drenaje y cobertura. Si se tiene en cuenta su carácter lineal y transversal a la mayoría de las ecoclinas, su efecto es esencialmente fragmentador.
- Los desplomes en sí, representan focos de degradación ambiental.

Potencial de restauración.

- La restauración ecológica puede mitigar mas no revertir los impactos ambientales generados por las obras viales. En ningún caso estas medidas remediales pueden suplir las deficiencias del diseño o la construcción.
- Las vías mal ubicadas, trazadas o construidas, pueden fácilmente convertirse en focos de desprendimientos masivos crónicos, zonas de desastre permanente.
- Ningún tratamiento funciona en este cuadro, sin las adecuadas obras de drenaje.

- La restauración puede llegar hasta el mejoramiento escénico, mejoramiento de la seguridad vial y mitigación de la tendencia al desplome, sobre todo en pequeños taludes y botaderos.
- En el Distrito Capital, muchas vías del área rural tienen un enorme potencial escénico para ser transformadas en Vías Parque (figura que hasta ahora sólo existe en el Código de Recursos Naturales).

Priorización

- La prioridad debe estar centrada en la corrección del diseño, la construcción y la interventoría.
- Como en otros focos de erosión, el adecuado manejo del drenaje precede a cualquier otro tratamiento. En este caso, son prioritarias las obras de arte (cajas, colvers, cunetas, bateas, descoles, etc.) y su mantenimiento.
- Los tratamientos vegetales deben priorizar las zonas inestables (bancada externa y talud).
- Los tratamientos vegetales deben diseñarse sobre el compromiso entre protección ambiental, mejoramiento escénico y seguridad vial.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

- Al igual que en el cuadro anterior, se debe evitar añadir sobrepeso vegetal a las pendientes inestables.
- La vegetación de raíz pivotante y alta transpiración es especialmente útil en los pies de talud y botaderos.
- La restauración debe imitar la sucesión rupestre en el talud y la riparia en las cunetas, de acuerdo con las seres locales.



CUADRO V: SUELOS DEGRADADOS POR ACTIVIDAD MINERA

Este es uno de los cuadros prioritarios para el Distrito Capital, no sólo en las áreas rurales. En éstas sin embargo, las canteras tienen un efecto adicional: la degradación de áreas cercanas a la ciudad y la expansión de procesos de urbanización subnormal.

La política del Distrito apunta a la erradicación gradual de esta actividad en todo su territorio. En tal dirección operan los controles ambientales aplicados, cada vez más severos, especialmente en las áreas urbanas. Sin embargo, las fallas ocasionales de coordinación entre autoridades ambientales (DAMA – CAR) dificultan el control adecuado de esta importante actividad generadora de degradación.

El manejo ambiental de la minería a cielo abierto tiene tres fases, cada una dependiente de la anterior:

- Ex–ante: en la prevención de impactos derivados de la ubicación y forma de la explotación.
- De explotación: consistente en un conjunto de normas técnicas que rara vez se aplican y que apuntan a la seguridad industrial del proceso, tanto como a dejar condiciones posteriores favorables para la restauración.
- Ex–post: depende del manejo durante la explotación y el estado final del terreno. Corresponde a la restauración final de los sitios explotados y abandonados.

Una cantera, constituye un ambiente de apariencia uniforme por la devastación general. Sin embargo, a su interior se encuentra un mosaico de micrositios que determinan condiciones diferenciales de restauración:

El perfil de la figura corresponde a la cantera típica, nada parecido a lo que las normas de seguridad y ambientales prescriben. Además, se encuentran rasgos microtopográficos, como pequeñas terrazas, grietas, zanjas, surcos y chimeneas (grietas verticales entre la roca del escarpe).



- Ladera: las laderas superiores, sobre la cantera, presentan condiciones de desecación (por descenso freático ocasionado por la excavación subyacente), desestabilización y frecuentemente se encuentran descapotadas (los bulldózers remueven el suelo superficial adelante del área excavada, preparando la explotación y previniendo el desplome de suelo orgánico sobre la cantera).
- Cornisa: en algunos puntos de las partes altas de la cantera, quedan pendientes negativas, voladizos del reborde superior. Muchos de ellos son en extremo inestables y peligrosos.
- Escarpe: pendientes superiores al 60 %. Las porciones menos consolidadas sufren desplomes o desconchamiento (desprendimiento de la roca en láminas).
- Terraza: en distintos puntos se presentan rebajamientos de pendiente, de extensión variable. En estos puntos se acumulan materiales finos (detritos minerales y orgánicos) humedad, condiciones favorables para el inicio de microsucesiones.
- Talud: en la base de los escarpes o de arriba debajo de la cantera, se encuentran pendientes moderadas a fuertes, correspondientes al perfil de la excavación y a botaderos de los materiales movilizados. Los taludes son las principales superficies erosionales de la cantera, especialmente susceptibles al cárcavamiento. Las condiciones (sin ser tan extremas como en escarpes y cornisas) son muy severas para el desarrollo del suelo y la vegetación.
- Canchal: en las bases de los escarpes y taludes es frecuente encontrar depósitos de gravas y fragmentos rocosos de distintos tamaños, desprendidos intencional o espontáneamente de las pendientes superiores. Estos son sustratos ruderales, cuyo potencial de restauración depende de la proporción de materiales finos.
- Base: es la extensión más o menos plano u ondulada, en la parte baja de la cantera, donde circulan y se acumulan maquinaria, vehículos y materiales.
- Camellón: algunos desechos rocosos (y con frecuencia también basuras) se amontonan conformando montículos o camellones de altura y espesor variables. Por su estructura interna, estos camellones presentan drenajes frecuentemente excesivos. Al igual que en el canchal, su condición mejora con los materiales finos.
- Botadero: no se representa en la gráfica y no es muy frecuente; idealmente, el suelo removido para exponer el mineral a explotar, es depositado en algún lugar de la cantera, protegido de la erosión, para ser posteriormente utilizado en la recuperación del terreno ya explotado. Este es un valioso recurso para la restauración. Empero, lo más frecuente es que la tierra negra se exporte a viveros, rellenos y escombreras en otros lugares.
- Cubeta: en la base de la cantera es frecuente encontrar depósitos de partículas finas (cieno) y acumulaciones temporales de agua, en concavidades creadas por la explotación. La combinación de sustratos minerales brutos y

anegamiento, hace este ambiente favorable a una sucesión distinta, en la que son frecuentes elementos como Juncáceas y Ciperáceas, que crean fisonomías de pantano en medio de la cantera.

- Grietas y zanjas: unas creadas por la explotación y las otras por la erosión, a través de la cantera conforman una red de drenajes que representa la autoorganización de la escorrentía según la entrada de agua al terreno, las topografías creadas y la erodabilidad del sustrato. Estos drenajes concentran la oferta de nutrientes y humedad, pero también pueden ser focos de procesos erosivos donde la inestabilidad del sustrato detiene la regeneración.

La regeneración en canteras y la participación del hombre en la misma (restauración) es uno de los casos más interesantes de sucesión ecológica. Se trata de la construcción de un orden viviente a partir de un medio mineral.

El medio inicial es especialmente severo, gobernado por fuerzas elementales (viento, agua, radiación, roca) con fluctuaciones drásticas de temperatura y humedad. En estas condiciones el suelo y la vegetación tienen poco margen de acumulación y con frecuencia las perturbaciones aleatorias (desplomes, riadas) devuelven el proceso a cero. El arranque de la regeneración es lento y demora en alcanzar tasas mayores.

En especial para las plántulas, las condiciones son hostiles. Las fluctuaciones de temperatura afectan drásticamente el balance hídrico de estos organismos de escaso volumen y poco guarnecidos. La tabla de materiales y calor específico arriba citada (Tabla 6.2) es especialmente relevante en estos casos; una plántula en un sustrato de arena o grava, bajo insolación directa, enfrenta un duro desafío fisiológico, virtualmente equivalente a germinar en una sartén, que a las 12 horas puede ser un refrigerador.

Poco a poco, en distintos puntos y franjas más favorables, la vegetación y el suelo logran algún acumulado sobre el cual multiplicar sus ganancias. Lentamente comienzan a construirse circuitos de regulación biótica y la delgada biosfera regenerada gana control creciente sobre la temperatura, humedad, concentraciones químicas, estabilidad mecánica, etc., construyendo un medio propio, un sistema viviente.

La sucesión de canteras, como en otros medios severos, procede en un patrón espacial muy marcado, de agregados y cordones (ver Marco Conceptual). Por ende, en su restauración la estrategia se centra en la creación de núcleos y corredores de actividad biológica, conectados en forma de red a través de las áreas inertes.

Las plantas más útiles son aquellas que tienen típica estrategia *r*, con altas tasas de renovación (que aporta a la formación de suelo) y reproducción rápida y profusa (que les permite mantenerse a través de las perturbaciones devastadoras crónicas de las etapas iniciales). Estas especies colonizan los sitios más propicios y a su alrededor otras pueden establecerse.

Muchas de las herramientas físicas empleadas constituyen sucedáneos de los efectos de la cobertura vegetal, que al ser inertes logran mantenerse en el medio mineral de las etapas iniciales: geotextiles, percheros, trinchos, polisombra, banquetas, zanjas de infiltración, etc. Su propósito es cumplir el papel de la vegetación, preparando el terreno para poder establecer herramientas autorreplicantes, es decir, verdadera vegetación.

Uno de los principales requisitos en la regeneración de canteras es la regulación hídrica. El objetivo es alcanzar una humedad más alta y constante, por lo cual el control de la escorrentía y la infiltración es prioritario.

En segundo lugar, y muy relacionado con lo anterior, la restauración depende de la pedogénesis, es decir, la regeneración del suelo (de hecho el suelo es uno de los principales reguladores hídricos, además de físicoquímico en general).

Los sustratos expuestos son más favorables a la regeneración en la medida en que presentan:

- Riqueza mineral.
- Proporción de materiales finos.
- Humedad constante.
- Menor pendiente.
- Profundidad efectiva (que en condiciones tan difíciles se evalúa con otros parámetros).
- Mayor calor específico.
- Menores fluctuaciones microclimáticas (recalentamiento, desecación, congelamiento).

La disponibilidad de partículas finas es clave para retención de humedad y la organización de la matriz organomineral del suelo. La fragmentación de la roca expuesta en detritos minerales más o menos finos, depende del tipo litológico, así como de procesos de:

- Expansión: ruptura espontánea de la roca expuesta por desequilibrio de las presiones geológicas.
- Meteorización: agrietamiento y desintegración por agentes físicoquímicos y bióticos.
- Explotación: la excavación y la voladura afectan la cohesión de las rocas que quedan expuestas tras remover los materiales desprendidos.
- Adecuación: los sustratos se tratan con herramientas mecánicas, manuales o explosivos, para producir materiales más finos, o simplemente se añaden materiales adecuados procedentes de otros lugares.

Cada sitio dentro de la cantera tiene mayor tendencia a la acumulación o al desprendimiento de materiales, dependiendo de su posición y topografía. Una fuente importante de nutrientes y partículas finas está en la escorrentía procedente de los suelos y la vegetación en laderas por encima de la cantera. Las fuentes alóctonas tienen mayor importancia en la medida de la

pobreza del sustrato local.

La regeneración espontánea de las canteras es extremadamente lenta, pues depende de los aportes que la vegetación puede hacer a la formación del suelo. Sin embargo, las plantas acumulan poca materia orgánica pues su productividad y crecimiento son muy lentas en las severas condiciones microclimáticas de la cantera. Tampoco pueden mejorar el microclima, pues para ello requieren crecer y extenderse, lo cual está limitado por la pobreza del suelo ("doble seguro edafo-atmosférico, Marco Conceptual).

Por ello, se impone una doble estrategia de mejoramiento artificial de microclima y sustrato, para posibilitar el establecimiento de la vegetación dinamogenética, abreviando la dura etapa inicial de colonización y transformación. Para ello existe un nutrido arsenal de herramientas físicas y químicas, que hacen de esta especialidad una de las más sofisticadas dentro de la restauración ecológica.

Las estrategias de mejoramiento artificial del suelo, abarcan desde su manejo físico (cubrimiento, roturado, etc.), pasando por la adición de distintos materiales y sustancias (incluso suelo), hasta la adición de materiales vivos, en forma de cultivos diversos de hongos, bacterias o lombrices, con lo cual se añade sustrato con actividad biológica ya incorporada.

En ausencia inicial de cobertura vegetal, el microclima también debe ser suplementado. La regeneración del suelo depende de una estrategia básica consistente en mantenerlo FHP: fresco – húmedo – protegido.

Las canteras tienen un fuerte efecto fragmentador. La mayoría de las aves dispersoras tienden a evitar espacios amplios desprovistos de vegetación y mucho más las extensiones de sustrato desnudo. Así, las canteras forman franjas de muy baja permeabilidad al tráfico de fauna y propágulos vegetales, representando uno de los impactos más drásticos sobre la conectividad ecológica. Una vez lograda alguna cobertura vegetal, uno de los principales retos es atraer a los dispersores. Sin embargo, de nuevo, algunas herramientas físicas (ej: percheros, sombrillas, comederos, bebederos) pueden suplir inicialmente los atractivos vegetales, aumentando la permeabilidad de la cantera a las entradas de potencial biótico alóctono.

Otro impacto relevante de las canteras es la alteración hidrológica profunda y compleja de las microcuencas afectadas. Aunque poco estudiado, el efecto parece consistir en un descenso del balance hídrico (aumentan la escorrentía y la evaporación). Cuando se ubican en zonas de recarga pueden llegar a extinguir los nacimientos de los alrededores (descenso freático). El efecto es más grave cuando se trata de grandes excavaciones en rocas acuíferas, como las grandes areneras, todas talladas en el acuífero de la Formación Guadalupe.

En proximidad del borde urbano, la conversión de predios rurales en tierras marginales tiene otro efecto: propicia el asentamiento de población socioeconómicamente marginal y la formación de focos de tugurización en el área rural.

La recuperación de canteras es un lugar común en los diagnósticos y priorizaciones ambientales. Sin embargo, rara vez se tiene claro qué atributos se quiere recuperar y hasta qué punto puede llegar la recuperación. La falta de claridad de metas y de conocimiento de las herramientas es uno de los principales limitantes de estos proyectos.

En general la recuperación de una cantera puede apuntar a uno o varios de los siguientes objetivos:

- Prevención de riesgos de desplomes y deslizamientos.
- Recuperación escénica.
- Creación de espacios para la recreación.
- Prevención de la urbanización subnormal.
- Mitigación de la fragmentación creada por la cantera.
- Disminución del aporte de sedimentos a la esorrentía.
- Recreación aproximada de ecosistemas primitivos.

La recuperación de canteras es un campo en extremo complejo y especializado de la restauración ecológica y una descripción detallada de la tecnología implicada escapa a los alcances del presente protocolo. Sin embargo pueden señalarse algunas directrices para el diagnóstico y formulación previos (el tratamiento se describe a nivel general en la ficha técnica correspondiente, en la sección 7).

Condiciones físicas básicas

- Como se explicó arriba, existe un denso mosaico de microambientes físicos a través de la topografía de la cantera.
- Predominan condiciones elementales. El duro régimen mineral del medio crea condiciones extremas análogas a la paramización secundaria, aún en cotas altitudinales muy por debajo del páramo propiamente dicho.

Oferta ambiental

- Micrositios favorables por acumulación de humedad y partículas finas, asociados a topografías como terrazas, canchales, zanjas, cubetas, etc.
- Extensas áreas muy poco favorables, por baja concentración de recursos o excesiva inestabilidad.

Potencial biótico

- La profunda degradación implica la desaparición virtual de todo el potencial biótico in situ.
- La restauración depende de la conexión a flujos alóctonos y el subsidio

artificial.

- La permeabilidad al tráfico de propágulos y dispersores es muy baja. Las canteras son repelentes para la fauna y ofrecen relativamente pocos sitios de germinación adecuados para las semillas dispersadas por medios físicos.

Potencial sociodinámico

- En el área rural son frecuentes las canteras y chircales artesanales o semiartesanales, de las cuales depende económicamente un número localmente importante de familias.
- Las canteras rurales cercanas al borde urbano son auténticas avanzadas de la urbanización subnormal del área rural. A su alrededor prospera el asentamiento tugurio, propiciado por la oferta de subempleo y tierra marginal de bajo precio para construir.
- Las condiciones subnormales de tenencia, aprovechamiento y administración de estas canteras, determinan un muy bajo perfil tecnológico de la explotación, con poco o nulo cuidado ambiental.
- En general las canteras se explotan mientras son rentables o hasta que ocurre alguna desgracia de magnitud suficiente para alejar la mano de obra local.

Factores limitantes

- Bajo balance hídrico.
- Fuertes fluctuaciones de humedad y temperatura.
- Inestabilidad del sustrato.
- Oferta mineral pobre.
- Materia orgánica mínima o ausente.
- Transpiración incrementada por exposición directa a viento y radiación.

Factores tensionantes

- Eliminación total de la cobertura vegetal. Instantánea y permanente. [2,3]
- Eliminación total del suelo. Instantánea y permanente. [2,4]
- Excavación, mientras dura. Creciente y definitiva. [1,2]

- Desestabilización por excavación y detonación. Eventual y definitiva. [2,4]
- Alteración hidrológica profunda y compleja. [1,2]
- Fuerte efecto de fragmentación y permeabilidad marcadamente baja al tráfico de propágulos y dispersores. Instantánea y lentamente decreciente. [3,5]
- Erosión intensa sobre los sustratos residuales. Crónica. [4]
- Desplomes frecuentes. Crónicos. [2,4]
- Urbanización subnormal de las canteras abandonadas. Creciente y prácticamente definitiva. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

- La eliminación de cobertura y suelo y la exposición extensa de superficies minerales, altera el mesoclima intensificando los limitantes atmosféricos: radiación excesiva, aridez, fluctuaciones térmicas, barrido del viento, etc.
- La exposición de las vetas minerales, simplifica la composición química del sustrato superficial, agudizando las deficiencias nutricionales, desde que se remueven materiales alóctonos (procedentes de otros lugares) que fueron depositados por procesos que ya no actúan (vulcanismo, bosques antiguos, etc.).
- En general, los tensionantes actúan acentuando el carácter elemental del medio, al eliminar la regulación de suelo y vegetación, generando condiciones brutas de agua, roca, viento y radiación.
- Los efectos son más severos donde se exponen sustratos de condiciones físicoquímicas poco favorables a la pedogénesis y la colonización vegetal (ej.: areneras y calicheras).

Alteración

El cuadro es un ejemplo de texto de degradación completa: reservas físicas y bióticas agotadas, sucesión detenida, productividad anulada. Prácticamente todas las zonas afectadas se convierten en tierras marginales. Sin embargo, en un contexto periurbano, aún las tierras marginales tienen una utilidad: el asentamiento de población socioeconómicamente marginal.

Potencial de restauración

- Es uno de los casos más costosos de restauración, pudiendo llegar a más de diez veces el costo por superficie de una revegetalización en condiciones normales (ej.: pasturas degradadas con humedad media).

- Cada cantera y cada porción de una cantera tiene un potencial distinto. En algunos casos y puntos se puede llegar incluso a la recreación de ecosistemas primitivos, mientras en otros sólo puede lograrse alguna recuperación escénica (maquillaje) o la destinación definitiva a otros usos no rurales (urbanizar).

Priorización

- A nivel del distrito la recuperación ambiental de las áreas afectadas por la minería es una prioridad ya establecida a nivel de ordenamiento.
- Entre las canteras es obvia la prioridad de las más cercanas al borde de expansión, tanto por su efecto escénico sobre la ciudad, como por su propensión a la tugurización,
- Dentro de cada cantera, la zonificación inicial con base en el potencial de restauración, debe establecer la prioridad de las áreas a tratar, de acuerdo con su factibilidad y su efecto sobre el conjunto.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración.

- La zonificación con base en el potencial de restauración de cada espacio, según su ubicación y topografía, debe diferenciar las áreas prioritarias y aquellas de máxima dificultad que la restauración debe bordear.
- Dada la destrucción total de las reservas del ecosistema, la recuperación se basa principalmente en el subsidio, tanto a la oferta ambiental como al potencial biótico.
- El orden de recuperación de los atributos debe aproximarse a balance hídrico / suelo / biomasa / diversidad.
- La estrategia de restauración se centra en dos puntos:
 - Identificación de puntos y franjas de mayor potencial de restauración – creación de núcleos y corredores de actividad biológica, formando una red de restauración a través de las áreas menos favorables.
 - Adecuación del microclima y el sustrato con herramientas físicas y químicas que simulan el efecto sucesional de la vegetación, creando condiciones propicias para el establecimiento de las especies dinamogenéticas.
- La estrategia sociodinámica debe tener en cuenta que la recuperación implica aumento del valor agregado al suelo y que un bajo valor agregado es clave para la tugurización de los terrenos degradados. Esto tiene implicaciones éticas y sociales de importancia: en un área no tugurizada, este hecho favorece la prevención de la tugurización mediante la restauración; en situaciones de hecho, la restauración implica una concertación de los objetivos y una preparación de la comunidad para captar el valor agregado de la

recuperación



CUADRO VI: ASENTAMIENTOS SUBNORMALES EN ZONAS GEOINESTABLES

Este cuadro consiste, específicamente, en el desarrollo de tugurios sobre zonas propensas a deslizamientos. Se presenta principalmente sobre el borde de expansión urbana de las Localidades Santa Fe y San Cristóbal, hacia los Cerros Orientales (también se encuentra en el pie del Cerro Juan Rey, en el Parque Entrenubes, Localidad de Rafael Uribe).

Dado que se trata de áreas por definición de "vocación forestal", este cuadro es prácticamente un caso especial del siguiente (7). También coincide frecuentemente con el cuadro anterior. Llega a darse el caso en que áreas donde la actividad minera ha sido abandonada por el riesgo geológico, son tomadas para uso residencial.

El cuadro hace parte de una dinámica general del ordenamiento espontáneo, en la cual, las áreas ambiental y económicamente marginales propician el desarrollo de sistemas de alteridad socioeconómicamente marginales. Existen, incluso, grupos políticos dedicados a promover estos asentamientos y su equipamiento, como parte de su manejo del mercado electoral. Se crea así una dinámica anómala, en la que los pobres necesitan áreas pobres y degradadas para asentarse, mientras que los politiqueros necesitan asentamientos empobrecidos y amenazados para sostener sus prebendas políticas y económicas.

La mayor parte de los asentamientos está constituida por familias campesinas desplazadas por la violencia de distintas regiones rurales del país, las cuales desarrollan una dinámica similar a la de un frente de colonización de montaña, pero a partir de las últimas calles del perímetro de servicios del borde oriental.

Estos ordenamientos espontáneos presentan desarrollos infraestructurales típicos que complican la situación de riesgo: la mayor parte de las vías son trazadas, construidas y mantenidas por los mismos habitantes de estos sectores, en condiciones que, desde su ubicación en adelante, favorecen su funcionamiento como focos de deestabilización geológica; el alcantarillado consta sólo de soluciones individuales y precarias, que evacúan hacia canales abiertos, barrancos y vías, agudizando los problemas de geoineastabilidad por escorrentía y por infiltración.

La directriz del Distrito apunta a la evacuación, reubicación y prevención de la reocupación, como parte de la política de prevención de desastres. En tal contexto parecería contradictorio plantear un tratamiento de restauración para estas áreas, compatible con la tugurización.

Sin embargo, la realidad es que la ciudad recibe más de 400.000 desplazados cada año y éstos no encuentran zonas y formas más baratas en qué asentarse. Así, las zonas evacuadas rápidamente vuelven a ser invadidas. Barrios como Jerusalén, Corinto y El Triángulo no deberían estar ahí, pero existen ya por espacio de más de una década. De hecho, muchos barrios hoy legales comenzaron así.

Muchas organizaciones locales y otras entidades no gubernamentales prestan servicios de asistencia social en estos sectores. La restauración puede dar algunas pautas técnicas de manejo ambiental para dichos procesos.

Condiciones físicas básicas

- Similares a las mencionadas en los cuadros de desplome de vías y de márgenes hídricas.
- Los factores más notables son las pendientes y la humedad excesiva.
- La propensión al deslizamiento determinada por la litología, el clima y las geoformas, se complica con la coincidencia de sistemas de pequeñas y medianas fallas geológicas en los Cerros.
- Preocupa que la ciudad no pueda resolver esta situación antes de que termine el largo silencio sísmico bogotano.

Oferta ambiental

- Humedad y nutrientes no son limitantes.
- La estabilidad, como principal limitante, varía a muy pequeña escala, siendo tan difícil calificar un sector amplio de homogéneamente inestable, como pretender urbanizar los estables sin que se tугuricen también los sitios de mayor riesgo.

Potencial biótico

- Estando estos sectores enclavados en áreas de reserva forestal, se encuentran rodeados de numerosos parches de vegetación nativa, por lo que el potencial biótico vecino es alto.
- Sin embargo, las áreas tугurizadas son altamente impermeables al potencial biótico alóctono.

Potencial sociodinámico

- En estos asentamientos existen un denso tejido social muy funcional y organizaciones comunitarias sólidas que, en cierta forma, suplen la falta de asistencia social del Estado.
- Allí operan también varias organizaciones no gubernamentales que prestan asistencia social y promueven soluciones cogestionarias a necesidades básicas.
- La ocupación de los predios es ilegal y los moradores no tienen respaldo jurídico alguno a su posesión. Esto crea una situación de incertidumbre.
- Salvo la atención a necesidades básicas, la comunidad frecuentemente tiene predisposición negativa al mejoramiento de su entorno, pues el incremento del valor agregado atraería intereses privados que eventualmente determinarían

su desplazamiento (otra similitud con los frentes de colonización).

Factores limitantes

- La inestabilidad es el principal factor limitante en lo físico.
- En lo socioeconómico los limitantes son diversos y de gran peso: incertidumbre de la posesión, escasez de todo tipo de recursos, alta competencia por espacio, construcción precaria, etc.

Factores tensionantes

- Los principales tensionantes dentro de este cuadro corresponden a la construcción de vías, drenajes y obras sanitarias, todos inadecuados. Creciente y continuo. [2]
- La alteración superficial del sustrato por la construcción misma de las viviendas, modifica los patrones de infiltración y escorrentía, concentrando el agua en puntos críticos. Constante. [2]
- En estos asentamientos abunda la ganadería suburbana; ovejas, reses, cerdos y equinos deambulan por las callejuelas, destruyendo la cobertura vegetal y acentuando la erosión en algunos puntos. Constante. [3,4]
- La ocupación residencial de alta densidad elimina la cobertura vegetal y detiene la sucesión. Creciente y permanente. [2,3]

Interacción tensionantes – limitantes

- La inestabilidad es incrementada por las alteraciones artificiales de la escorrentía y la adición del caudal de aguas servidas.

Alteración

- Se da sobre áreas degradadas o profundamente deterioradas, exponiéndolas a degradación adicional y suspendiendo indefinidamente la regeneración.
- Este problema ambiental es, sin embargo, sólo una pequeña manifestación de un problema mucho mayor que abarca el ordenamiento nacional y el ajuste de las relaciones sociales y sociedad–Naturaleza.

Potencial de restauración

En tanto no se encuentren y apliquen soluciones de fondo, las soluciones inmediatas pueden apuntar a un reordenamiento interno detallado de las áreas de riesgo y la aplicación cogestionaria de tratamientos de estabilización.

A mediano plazo, debe decidirse y cogestionarse la conversión definitiva de estos espacios

en plantaciones protectoras o en zonas adecuadamente urbanizadas.

Priorización

- El cuadro representa una prioridad desde el punto de vista de la conservación de la reserva forestal, así como desde la prevención de desastres.
- La prioridad inmediata está determinada por la urgencia de reubicar las unidades en los puntos más críticos y atender la estabilización de los puntos con procesos incipientes de reptación, carcavamiento o solifluxión.
- El manejo de la escorrentía y la infiltración, participativo y concertando a todas las personas involucradas en cada foco, es la prioridad técnica.
- Como en todos estos procesos se debe priorizar la prevención y el tratamiento de arriba hacia abajo, restando energía potencial a los deslizamientos.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

- El cuadro implica un tratamiento de fondo de ordenamiento concertado.
- A nivel de urgencias, las soluciones inmediatas y superficiales de estabilización, pueden orientarse hacia procesos coherentes de toma de conciencia y construcción cogestionaria de la forma de urbanización más conveniente para estos sectores (trátese de espacios verdes, construidos o una combinación viable de ambos).
- Las herramientas a aplicar corresponden a las de focos de erosión severa y deslizamientos, ajustadas al mosaico urbano rudimentario de cada sector, y complementadas con obras sanitarias mínimas que prevengan los efectos desestabilizantes de las aguas servidas libres.



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



8. CUADROS DE RESTAURACIÓN: del 7 al 12



CUADRO VII: EXPANSIÓN URBANA SUBNORMAL SOBRE ÁREAS DE VOCACIÓN FORESTAL

Existen diferentes formas de urbanización ilegal: pirata, clandestina, tugurial y tipos intermedios, siendo esta la forma predominante de construcción de extensos tramos del borde urbano de expansión. En la urbanización, como en todos los campos, la ilegalidad no es exclusiva de ningún grupo socioeconómico; su gama cubre desde lo tugurial hasta el extremo del lujo.

El proceso tiene varios aspectos. Desde el punto de vista urbanístico implica una apropiación incorrecta de los espacios periféricos, destruyendo más que captando, los valores rurales y silvestres del Distrito, a través de formas de ocupación y construcción de bajo perfil técnico. Desde el punto de vista de la producción agropecuaria, el proceso implica la expansión de frentes de urbanización sobre comunidades rurales, destruyendo la base natural y sociocultural del modo de vida de éstas. Bajo una perspectiva conservacionista, la ciudad no ha hecho una apropiación eficiente del espacio y los recursos hacia el interior del área urbana y se lanza, no obstante, a expandir el margen de sus problemas hacia áreas que mejor contribuirían al mosaico territorial bajo coberturas naturales que urbanizadas dentro de parámetros negativos de forma, densidad y funcionalidad.

La mayor parte de las áreas sobre las que se dan los crecimientos ilegales del borde suroriental (límite urbano – rural) corresponden a reservas forestales y otras áreas de manejo especial del suelo rural de protección. El hecho de que se cubran de casas y no de árboles, no sólo es el problema, sino que señala la solución conjugada: si en realidad estas áreas estuvieran adecuadamente reforestadas (como corresponde a su "vocación") difícilmente podrían acoger desarrollos urbanísticos ilegales.

En el fondo de toda esta cuestión, está la necesidad de generar formal y operativamente la malla de áreas verdes en el borde de expansión, como superestructura ordenadora del crecimiento de la ciudad, orientándolo a una apropiación eficiente de los valores silvestres y rurales de la periferia, así como hacia un balance sostenible de elementos artificiales y naturales, con una asignación espacial adecuada a los procesos socioeconómicos y los ecológicos esenciales.

La percepción de la urbanización como un problema ambiental está relacionada con la confusión entre ésta y la artificialización. La mayor parte de los problemas ambientales y de su agudización en los sistemas urbanos, proviene de la artificialización del medio. Esto es, un desbalance entre los cambios que el hombre introduce en su entorno para ajustarlo a sus necesidades (adecuación) y los que opera sobre sí mismo, a nivel social y cultural, para

ajustarse a las oportunidades y limitantes del medio (adaptación).

La urbanización se rescata así, en su significado de construcción del medio humano, de ejercicio racional de apropiación del espacio y de conexión armónica de los elementos y procesos antrópicos, a los flujos y compartimentos de los ecosistemas.

Dentro de la ciudad, reconocida como tendencia intrínseca de desarrollo del nicho ecológico del hombre, todos los elementos deben ser urbanizados, es decir, dotados de significado y función dentro de las estructuras y procesos urbanísticos. Si se va a conservar un bosque, este bosque debe tener significado, valor y uso urbanos y si estos elementos no están dados, deben ser contruidos dentro de la cultura y función de la ciudad.

El manejo forestal en el borde de expansión debe apuntar a la preservación o restauración de los atributos estructurales y funcionales de las microcuencas urbanizadas o suburbanas, que el mosaico urbano requiere para su sostenibilidad, evitando la conversión de éstas en alcantarillas.

Las plantaciones forestales constituyen barreras físicas a la urbanización ilegal, así como barreras visuales con un marcado efecto aislante entre los procesos urbanos y los núcleos socioeconómicos rurales amenazados por la expansión.

Condiciones físicas básicas

- Se cumplen las descritas en las generalidades.

Oferta ambiental

- La oferta ambiental para la restauración corresponde a lo mencionado en las generalidades, desde el punto de vista biofísico.
- Sin embargo, la valoración ambiental desde los sistemas urbanizadores ilegales genera otra distribución de la oferta ambiental, dependiente de la conectividad vial, los centros de oferta de empleo y servicios y las tendencias espaciales del poblamiento. Esta oferta ambiental (la del entorno relevante de los urbanizadores) es la que cuenta en este cuadro de restauración, con el fin de detectar puntos clave en el territorio, para el control del ordenamiento.

Potencial biótico

- Las zonas periurbanas presentan una amplia gama de condiciones de conservación, desde las muy ricas en valiosos relictos de ecosistemas nativos, hasta las muy degradadas. En general la tendencia de la urbanización ilegal es a una relación directa entre el estrato socioeconómico y el estado de conservación (se dan algunas excepciones, correspondientes al cuadro anterior).

Potencial sociodinámico

- La alta presión de urbanización en estas áreas, ha llevado a la maduración

de un debate técnico (que tiene más de 20 años), al punto en que hoy existe, aproximadamente, un consenso sobre la necesidad de reconocer y orientar esta dinámica, acoplándola a una fuerte inversión privada en preservación y restauración.

- En síntesis, se ha demostrado muy costoso y poco eficaz, el mantener una barrera invisible entre la urbanización y la reserva forestal, sin suficiente control y sin concertación con los agentes urbanizadores del borde de expansión.
- La presión de urbanización representa una oferta de recursos, que mediante una norma de densidades más bajas y cesiones verdes mucho más amplias que las acostumbradas y un tratamiento paisajístico de la urbanización, recargado en la preservación y restauración de los ecosistemas nativos, contribuiría a construir un borde urbano estable con características ambientales, funcionales y estéticas positivas.

Factores limitantes

- La geoinestabilidad es un factor limitante en unas pocas locaciones.
- Los demás factores limitantes son los mencionados en las generalidades.

Factores tensionantes

- Destrucción de la cobertura vegetal. Instantáneo y creciente. [3]
- Destrucción de rodales de especies raras. Instantáneo y definitivo. [2,3]
- Destrucción del suelo. Instantáneo y creciente. [2,4]
- Reemplazamiento de coberturas naturales blandas por coberturas duras, alterando la hidrología local. Instantáneo y creciente. [2]
- Contaminación hídrica de las microcuencas urbanizadas. Se construyen casas pero no soluciones sanitarias adecuadas. Gradual y creciente. [2,5]
- Expansión de tensionantes diversos por conductas inadecuadas, desde los frentes de urbanización hacia las zonas rurales y silvestres vecinas. Gradual y creciente. [2,3,4,5]
- Descomposición social y criminalidad que restringen el potencial recreativo y ecoturístico de la reserva forestal. Gradual y creciente. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

- La destrucción del bosque por la urbanización ilegal contribuye a la paramización secundaria, creando un mesoclima desfavorable para el uso

residencial. En general, la tendencia es a un control climático de la urbanización por encima de los 3000 msnm. La deforestación hace más riguroso este control natural.

- La urbanización ilegal destruye las fuentes de agua que son su principal factor limitante. Si el Distrito no subsidia el suministro hídrico, este control automático es bastante eficaz, pues además obliga a la conservación de las microcuencas y las coberturas protectoras.
- De muchas otras maneras, la urbanización ilegal destruye la base natural que la sustenta, lo que implica un control autocatalítico (como el crecimiento de las patologías sociales), con frecuencia poco deseable. En muchos casos la urbanización no se detiene hasta el extremo de densidad y degradación.

Alteración: grado, forma y tendencia

- La urbanización como alteración de los ecosistemas es muy poco entendida, debido al escaso desarrollo de la ecología urbana en el país.
- La urbanización no es un problema ambiental, es la tendencia natural de desarrollo de los sistemas humanos en el extremo de las tendencias generales de integración, especialización, miniaturización y centralización.
- La urbanización, sin ser «mala» en sí, puede tener problemas ambientales. Estos problemas se resumen en el balance adecuación / adaptación (arriba explicado).
- La urbanización sí es una alteración definitiva, en la escala temporal humana. Pero no es la destrucción de la Naturaleza, sino un experimento suyo, viable o no, la construcción de un orden nuevo, pero jerárquicamente dentro del natural.

Potencial de restauración

- En la mayoría de las zonas existe el potencial biótico suficiente para, dado un ordenamiento de la actividad urbanizadora, construir una interfase suburbana con un adecuado balance de arbolado y zonas verdes.
- Definitivamente, en ciertas áreas naturales únicas o frágiles, el control sobre la urbanización debe ser estricto y la restauración de la vegetación nativa, total.

Priorización

- De fondo, la prioridad está en la comprensión, proyección y manejo del ordenamiento espontáneo de la ciudad.
- La reforestación de las reservas forestales deforestadas suena redundante y cacofónica, pero evidencia el problema y la prioridad: si no se da un uso

sostenible, el ordenamiento espontáneo se encarga de darle el más probable.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

- Hacer la reforestación redundante y retrasada arriba mencionada.
- En especial, se requieren barreras con plantaciones forestales de rápido crecimiento, sobre los frentes de urbanización subnormal, como franja de amortiguación entre éstos y las zonas rurales y silvestres vulnerables.
- Cabe formalizar la idea discutida por años: la urbanización privada en una franja, pagará la constitución y el manejo de un espacio público de conservación en otra adyacente.
- Pero en la franja urbanizada, se conservarán y restaurarán todos los relictos y rondas. Así se conforman dos franjas: una verde y la otra verde clarito.
- Si a la gente le llama la atención urbanizar la reserva forestal, que viva en el bosque. De hecho, ya existen algunas experiencias piloto muy positivas que vale la pena revisar.



CUADRO VIII: INCENDIOS FORESTALES (ex-ante / ex-post)

El manejo de los fuegos en la vegetación natural puede dividirse en tres grupos de estrategias: prevención, control y mitigación. El papel que juega el Protocolo de Restauración, con respecto al manejo de los fuegos en vegetación natural cae en las estrategias previas (manejo ex-ante) y posteriores (manejo ex-post). Lo que se hace durante el fuego (control) corresponde a otra especialidad.

Sobre el manejo del fuego en vegetación se han escrito muchos textos especializados. Aquí sólo cabe decir que el fuego es un elemento natural de gran parte de los ecosistemas colombianos, reflejado en múltiples adaptaciones a nivel de estrategias y atributos vitales de las poblaciones y ritmos y estructuras de los ecosistemas.

Los fuegos naturales se presentan debido a:

- Sequías.
- Acumulación de necromasa inflamable.
- Escasa acumulación de humedad.
- Atributos vitales pirogénicos.
- Factores naturales de ignición (chispas eléctricas, refracción en gotas, etc.).

La combinación de estos factores en un momento dado, determina la inflamabilidad o probabilidad de conflagración. De acuerdo con Wright & Bailey (1982) el potencial de ignición del material vegetal por un rayo, depende de la fuente de combustible, la cantidad y continuidad del mismo, su humedad y el clima del momento. Tormentas eléctricas secas, en combustibles continuos sobre pendientes moderadas a suaves tienen mayor probabilidad de causar grandes fuegos si los vientos y temperaturas son altos y la humedad relativa es baja.

La intervención humana, sin embargo, puede intensificar este régimen tensionante natural, al hacer los fuegos más frecuentes, intensos o extensos, por cualquiera de los siguientes factores:

- Aridización antrópica.
- Extensión de vegetación antropófica pirogénica.
- Cultura de manejo.
- Quemados intencionales (caza, agricultura, pastoreo, control de plagas, vandalismo).
- Incremento de factores artificiales de ignición accidental (vehículos, fogatas, cigarrillos, vidrios abandonados, fricción de cargas arrastradas, etc.).
- Acumulación o fuga de materiales inflamables ajenos a la vegetación (gases, hidrocarburos, madera u otros materiales vegetales cosechados, etc.).
- Control de quemados pobremente planificado (acumulación de masa y extensión inflamables).

Una vez se enciende la vegetación, otros factores determinan la extensión, velocidad y dirección del incendio:

- Estación climática: dependiendo de los días de sol y de lluvia anteriores al incendio, el suelo y la vegetación acumulan más o menos agua.
- Hora del día: con el sol alto, desde poco antes hasta poco después del medio día, el viento y el calor son más intensos, atizando el fuego. Un fuego avanza más rápido de día; si se inicia en la mañana puede avanzar más que si se inicia al caer la tarde.
- Dirección del viento: el fuego avanza a mayor velocidad, con mayor temperatura, llamas más altas y atraviesa más fácil las barreras en la dirección del viento, debido a la inclinación de las llamas hacia el material combustible (fuego anterógrado). Correspondientemente, la velocidad e intensidad son menores en la dirección contraria al viento, pues las llamas se hallan recostadas sobre el material quemado (fuego retrógrado).
- Pendiente: el fuego avanza rápidamente ladera arriba y lentamente hacia abajo (por la orientación de las llamas). En las cañadas se encajona,

provocando fuertes corrientes de aire ascendente que secan y calientan la vegetación superior agilizando su ignición. Además, las pendientes fuertes y expuestas difícilmente acumulan humedad y por ende son más propicias para el inicio y expansión de los incendios.

- Humedad del suelo y la vegetación: los cursos de agua, las franjas de suelos húmedos y vegetación piroclástica (de muy baja inflamabilidad) o húmeda frenan el avance de los incendios.

- Distribución espacial del material inflamable: el fuego gana fuerza en dirección de las acumulaciones de material inflamable y vegetación pirogénica. Algunos árboles, como los pinos, frecuentemente explotan, dispersando el fuego.

- Material de combustión lenta: la turba, el mantillo y troncos muertos caídos o en pie, suelen arder lentamente y sin llamas haciendo pasar inadvertidamente el fuego de un punto a otro o manteniendo el fuego oculto por varios días, luego de lo cual puede liberarse en otra dirección.

- Altura de la vegetación: cuando árboles altos se encienden, troncos y ramas en llamas caen, haciendo avanzar más rápido el fuego o ayudándolo a salvar obstáculos.

- Chisperos: la vegetación o acumulación de material inflamables en puntos altos, así como las coronas altas de las palmas, al incendiarse se agitan con el fuego y el viento, arrojando chispas a grandes distancias, con lo que el incendio puede crear nuevos frentes o incluso atravesar medianos cursos de agua y otras barreras.

- Huida de fauna: algunos animales en su huida pueden arrastrar chispas en su pelaje dispersando el incendio (caso típico de los conejos).

Las distintas especies vegetales presentan comportamientos diversos con respecto al fuego, que pueden ser favorables o desfavorables a la prevención. La inflamabilidad de una especie vegetal y de la vegetación de que hace parte, depende en gran medida de la proporción entre su acumulación de materiales inflamables y sustancias volátiles, por una parte, y la acumulación de agua, por otra.

En el manejo de vegetación natural frecuentemente expuesta al fuego, es preciso realizar una clasificación de la flora dominante según las siguientes categorías:

- Pirogénicas: especies con atributos que aumentan la inflamabilidad de la vegetación de la que hacen parte: altas concentraciones de sustancias volátiles, acumulación de materiales inflamables y baja acumulación de humedad en los tejidos o en el micrositio. Las principales pirogénicas en el área rural del distrito son el laurel hojipequeño (*Myrica parvifolia*), el helecho marranero (*Pteridium aquilinum*, A. Martínez, com.pers.), entre las nativas, y el pino candelabro (*Pinus patula*) y el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), entre las introducidas. Los pajonales, como es sabido, son típicamente pirogénicos.

- Pirófilas: especies sin rasgos que aumenten particularmente la inflamabilidad

de la vegetación, pero cuyos atributos vitales hacen que sean favorecidas por el fuego (activación de semillas, preparación del suelo, aumento de la iluminación, etc.). Ej: frailejón (*Espeletia grandiflora*), espartillo (*Orthosanthus chimboracensis*), según Rangel y Vargas, respectivamente.

- Pírorresistentes: el fuego no las favorece directamente, pero su mayor resistencia relativa al fuego o su capacidad superior de rebrote, hacen que la frecuencia de fuego sea más desfavorable para sus competidoras, permitiéndoles abundarse por el efecto diferencial. Ej.: el mortino (*Hesperomeles* spp.) y el té de Bogotá (*Symplocos theiformis*).
- Pirotolerantes: el fuego no las favorece directa ni indirectamente, pero tampoco las afecta hasta el punto de reducir su abundancia relativa, gracias a una tolerancia y capacidad de rebrote medianas. Ej.: el raque (*Vallea stipularis*) podría estar en esta categoría.
- Pirovulnerables: el fuego las afecta significativamente, sufriendo grandes daños, alta mortalidad y con baja capacidad de rebrote; al aumentar la frecuencia de los fuegos estas poblaciones disminuyen su abundancia relativa dentro de la vegetación. Muchos árboles del bosque primario pertenecen a esta categoría.
- Piroclásticas: estas especies poseen rasgos que las hacen poco inflamables, característica que comunican a los rodales de que hacen parte, en proporción a su abundancia relativa, convirtiéndose en factores de reducción de la inflamabilidad general y en barreras para la expansión de los fuegos cuando éstos se presentan. Estas características tienen que ver con la composición química (baja concentración de compuestos volátiles), la arquitectura (baja acumulación de necromasa en pie), la degradabilidad (necromasa depuesta de rápida descomposición, dificultando la acumulación de material inflamable) y, especialmente, la alta acumulación de humedad dentro de los tejidos y/o bajo la copa.

La tendencia a incrementar el contenido de humedad del lugar es típicamente sucesional y propia de especies dinamogenéticas con notable capacidad constructiva, por lo cual éstas no sólo reducen la inflamabilidad de la vegetación sino que desestabilizan los rodales de pirogénicas y pirófilas, haciéndolos avanzar sucesionalmente a tipos de vegetación menos inflamables. Entre las que así se comportan vale la pena destacar el gaque (*Clusia multiflora*), el garrocho (*Viburnum triphyllum*), el mano de oso (*Oreopanax floribundum*) y la uva de anís (*Cavendishia cordifolia*).

Debe recordarse que en las etapas de plántula y juveniles, prácticamente todas las especies son altamente vulnerables al fuego. Las especies menos vulnerables generalmente basan su resistencia al fuego en una alta capacidad de rebrote, una fuerte reproducción vegetativa y/o ciclos vitales ajustados a la frecuencia de fuegos, de modo que la planta alcanza a crecer, reproducirse y dejar semillas resistentes, en el lapso típico entre quema y quema.

Fuego en las áreas rurales bogotanas

Los incendios tienen mayor probabilidad, mayor peligro y mayores costos en las áreas con abundante cobertura vegetal próximas a áreas densamente pobladas, por la simple

coincidencia de la acumulación de material combustible con la frecuencia de factores de ignición.

En las Áreas Rurales Distritales existe un gradiente de humedad atmosférica que determina la mayor probabilidad de incendios hacia el Norte (Suba y Usaqué) y hacia el Suroccidente (Ciudad Bolívar), que son las zonas más secas. Sin embargo, en el sector seco de Ciudad Bolívar no se ha conservado suficiente vegetación para un fuego importante. De acuerdo con estadísticas actualizadas del Cuerpo Oficial de Bomberos el sector con mayor ocurrencia de incendios forestales es el suroriental de la ciudad, al parecer el más cercano al barrio Los Alpes, es frecuente ocurrencia de incendios en Suba y Usaqué, seguidas por Chapinero y Santa Fe (sector Cerros Orientales). En San Cristóbal (Localidad 4) la humedad atmosférica es tan alta que la frecuencia y extensión de los fuegos es muy baja.

En estas zonas se da una combinación de factores adicionales que si no reciben un adecuado manejo ex-ante determinan que los fuegos, de por sí muy probables, tengan características de extensión e intensidad mayores:

- Pendientes muy pronunciadas y expuestas (al viento y el sol), que limitan la acumulación de humedad.
- Plantaciones forestales densas y relativamente extensas y continuas (sin cortafuegos).
- Especies forestales introducidas con reconocidas características pirogénicas, como el pino candelabro (*Pinus patula*) con alta acumulación de agujas secas y resinosas, un alto contenido de resinas inflamables y comportamiento explosivo en los incendios. El eucalipto (*Eucalyptus globulus*), en menor medida, contribuye también a la inflamabilidad debido a la alta penetración de luz bajo sus copas (aumenta la sequedad), la acumulación de hojarasca rica en sustancias volátiles y de difícil descomposición y la exclusión alelopática de un sotobosque que actúe como retenedor de humedad, efecto que se intensifica en zonas secas.
- Como piedra de toque, la destrucción extensa de los bosques originales de encenillo ha propiciado la formación de extensos pajonales, matorrales y rastrojos en los que abundan especies nativas pirogénicas. Una de las dominantes es el laurel hojipequeño o cruz de mayo (*Myrica parvifolia*), con sobresalientes condiciones pirogénicas: acumulación de ceras y otras sustancias volátiles en las hojas, acumulación de yesca en pie (masas de ramitas muertas y secas, copa traslúcida (el sol penetra hasta el suelo superficial, manteniéndolo seco), alta densidad de los agregados, ubicación preferencial en laderas expuestas (fuera de las cañadas).

Las condiciones de manejo también contribuyen al cuadro de alta inflamabilidad:

- Fuerte supresión de incendios (por control público y privado) favoreciendo la acumulación de material inflamable y la ocurrencia de incendios desastrosos y extensivos.
- Reforestación sin planificación ni control, carente de medidas preventivas,

con especies y en sitios de alta inflamabilidad.

- Falta de control policivo (no se controla a los atracadores, mucho menos a los incendiarios o a los campistas desprevenidos).

Algunas de las medidas tomadas son contraproducentes, como la reforestación con *Pinus patula* en las zonas afectadas por fuegos o la prohibición de extraer ramas de *Myrica parvifolia*.

El concepto de vegetación pirogénica es poco conocido en el país. A pesar de la escasa investigación al respecto, en la zona altoandina, los registros de incendios y los atributos de las especies, permiten identificar tres importantes pirogénicas: el laurel hojipequeño, el helecho marranero y el retamo espinoso. Las tres comparten rasgos diagnósticos:

- Distribución en agregados densos y casi puros.
- Estrictamente heliófilas, por lo que las ramas y hojas bajas mueren bajo la sombra de las jóvenes más altas.
- Acumulación de ramas y follaje secos y en pie (necromasa inflamable en pie).
- Alta penetración de luz a través del follaje abierto (microclima y suelo secos).
- Biomasa subterránea importante y gran capacidad de rebrote pos-quema.

En el siguiente diagrama se ilustra lo anterior.

Es indispensable anotar, que la pirogenicidad no es inherente a la especie (ninguna tiene mechero), sino resultante de la combinación de sus atributos vitales con determinados predisponentes ambientales. No puede pensarse en su erradicación total, pues, de hecho, son herramientas en extremo valiosas para la recuperación de suelos degradados e, incluso, la prevención de otros desastres (como los deslizamientos). Sencillamente, deben manejarse en ambientes y con patrones espaciales adecuados.

Condiciones físicas básicas

Entre los predisponentes físicos arriba mencionados se destacan:

- Veranos marcados, con supermínimos de humedad atmosférica cada tantos años.
- Pendientes fuertes que limitan la acumulación de humedad.
- Vientos fuertes.
- Escasez de quebradas o franjas de suelo húmedo (cortafuegos naturales).
- Picos que pueden servir como chisperos.

- Cañadas secas que se convierten en chimeneas de aire recalentado durante el incendio, expandiendo el fuego en las laderas superiores.

Oferta ambiental

- Cortafuegos naturales (eriales, quebradas, zonas húmedas o sin vegetación).
- La pendiente fuerte es favorable si el fuego se inicia arriba, pero muy desfavorable si sucede lo contrario (que es lo más frecuente).
- Fuentes de agua cercanas para bombear durante el control de incendios.
- Tras el fuego, la oferta de nutrientes es alta. Se requieren medidas para evitar su pérdida por arrastre y lavado.

Potencial biótico

- La flora piroclástica es mucho más abundante que la pirogénica y puede ser expandida a partir de los focos y franjas en que se encuentra naturalmente agregada.
- En general, el avance sucesional favorece un balance hídrico más alto y disminuye la inflamabilidad.
- Sin embargo, los bosques supermaduros tienden a acumular demasiada necromasa combustible.
- Después del fuego, la regeneración depende de las plantas, semillas y rebrotes sobrevivientes. Sin embargo, muchos de ellos corresponden a especies pirogénicas que pueden perpetuar el ciclo de incendios.
- Muchas especies son estimuladas en su crecimiento, por el fuego y la oferta de nutrientes en las cenizas.
- La dispersión en los sitios quemados depende principalmente de medios físicos, como la gravedad y el viento. Son especialmente importantes las especies anemócoras (ej.: Asteráceas).
- Los fuegos, cuando no son devastadores, aumentan la diversidad de hábitas y coberturas.

Potencial sociodinámico

- Los incendios típicos de las áreas rurales tienen como común denominador el factor de ignición humano.

- Las conductas de riesgo están asociadas a un ecoturismo sin orientación o a un vandalismo, producto de la falta de educación ambiental y control.
- La comprensión científica del papel del fuego en los ecosistemas está poco difundida a nivel institucional.
- Muchas de las medidas aplicadas son contraproducentes, como la reforestación con pirogénicas, la falta de cosecha y clareo de las plantaciones forestales y la erradicación total del fuego.
- Dado que la lentitud del ciclado de nutrientes en los ecosistemas altoandinos es uno de los principales limitantes, el fuego tiene un efecto muy favorable, al mineralizar instantáneamente los contenidos de materiales que, de otro modo, se descompondrían muy lentamente.

Factores limitantes

- La pobreza de la mayoría de los sustratos, debida a las fuertes pendientes y años de erosión antrópica, favorece el desarrollo de vegetación pirogénica y una baja acumulación de humedad.
- Tras el fuego, los principales limitantes son la insolación, el descenso del balance hídrico y la pérdida general de regulación físicoquímica.

Factores tensionantes

Los efectos directos a ser mitigados, son instantáneos, estables después del fuego y comprenden:

- Eliminación directa de vegetación. [3]
- Destrucción del banco de plántulas y de semillas. [3]
- Eliminación de microflora del suelo superficial. [4]
- Volatilización del nitrógeno del suelo. [4]
- Mortandad de fauna vulnerable. [5]

Los efectos secundarios ocurren después del fuego y tienden a incrementarse en el tiempo hasta ser controlados por la sucesión natural o apoyada (restauración); incluyen:

- Erosión superficial del suelo (por impacto y por escorrentía). [4]
- Lavado intenso de nutrientes. [4]
- Insolación del suelo. [4]

- Desplomes continuados de árboles en pie. [3]
- Fragmentación de los rodales. [2,3]
- Establecimiento de vegetación pirófila secundaria. [3]
- Tendencia a entrar en un régimen crónico de fuegos. [2]
- Atracción del ganado, que amplifica los impactos. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

- Dado que el fuego es más probable en pendientes fuertes, tras él, la erosión es intensa.
- Los limitantes relacionados con la destrucción del mesoclima y la pérdida de regulación físicoquímica, favorecen la ocupación de los sitios quemados por las especies mejor adaptadas, algunas de ellas pirogénicas en diverso grado. Fácilmente, los sitios quemados se hacen más susceptibles a quemas futuras y entran en ciclos multianuales de fuegos de vegetación.

Alteración: grado, forma y tendencia

- En general, la alteración producida por el fuego es leve, a pesar del aspecto impresionante del incendio, los riesgos que genera y la apariencia desolada de los sitios quemados.
- Con el fuego, la sucesión no se detiene, las reservas del suelo no sufren impactos considerables, el crecimiento de la vegetación se estimula con la rápida incorporación de nutrientes antes bloqueados en la necromasa difícil de descomponer.

Potencial de restauración

- Las zonas afectadas por incendios tienen un alto potencial de restauración. La regeneración natural es, generalmente, muy activa. Es preciso, sin embargo orientar la composición florística y el patrón espacial para generar coberturas menos susceptibles al fuego.

Priorización

- La primera prioridad es establecer si el fuego es un problema, dónde y por qué.
- Si se maneja el fuego, se puede prevenir en lugares donde realmente es indeseable, mientras que se aprovecha donde puede tener efectos favorables (como la prevención de incendios devastadores).

- Los estudios de pirogenicidad vegetal y zonificación de inflamabilidad, son la única herramienta válida de priorización y de planificación del control de incendios.

Estrategias y lineamientos generales para la restauración

- Manejo ex-ante: la base del manejo previo de los fuegos está en el control de los factores naturales y antrópicos. Las estrategias pueden dividirse en prevención primaria (actuando sobre las causas de ignición) y prevención secundaria (actuando sobre los factores de expansión de los fuegos).
- Las estrategias primarias de prevención incluyen: clasificación pirogénica de la vegetación, seguimiento histórico de las quemadas, monitoreo de factores naturales y antrópicos, zonificación del riesgo, control de factores y conductas de riesgo, educación preventiva, asistencia técnica, remoción de agentes y factores de riesgo.
- Las estrategias secundarias de prevención incluyen: incremento de la humedad del suelo y la vegetación, despeje de franjas cortafuegos, enriquecimiento con especies piroclásticas, eliminación selectiva de poblaciones pirogénicas, inducción preclimática sobre agregados pirogénicos y fuego prescrito.
- En consecuencia, las estrategias de restauración (manejo ex-post) incluyen una serie compleja de medidas y tratamientos (Sección 7), destinados a mitigar los efectos, controlar la expansión de los impactos (erosión, infestación de malezas, etc.) y establecer una cobertura de baja inflamabilidad, impidiendo que el fuego ocurrido genera una dinámica multianual de incendios recurrentes sobre vegetación pirófila.



CUADRO IX: URBANIZACIÓN CAMPESTRE ("Chaletización")

Este cuadro de restauración corresponde a áreas rurales con procesos estables o crecientes de urbanización dispersa de estrato alto, conformando suburbios (localmente denominados "urbanización campestre" o "chaletización").

En su mayoría se trata de suelos con aptitud agrológica limitada o deteriorada por un largo historial de aprovechamiento inadecuado (régimen crónico de tensionantes leves).

Las condiciones iniciales son de oferta ambiental y potencial biótico muy reducidos, que típicamente se recuperan espontáneamente en las primeras etapas de la urbanización. Esto se refleja en el crecimiento de las coberturas leñosas (matorrales y rastrojos) y la regeneración de parches y bordes en los fragmentos boscosos, así como la reaparición de especies animales (aves, ardillas, micromamíferos, insectos) y la recuperación de caudales.

Con el tiempo, la densificación residencial revierte la mayor parte de los atributos recuperados. La presión de ocupación hace retroceder la biota y la demanda y la polución

agotan los caudales. El extremo de alteración es la conversión total y definitiva del área rural en urbana. La opción y necesidad de manejo es la estabilización de una interfase suburbana.

Una de las principales alteraciones de este cuadro de restauración está asociada a la jardinería. La importancia de este tensionante no debe ser subestimada, pues implica una alteración profunda de la cobertura vegetal en proporción directa a la densidad de la urbanización. De la forma como el proceso urbanizador incorpore la vegetación natural remanente y cree espacios para la revegetalización o la regeneración espontánea de la flora nativa, depende la calidad y magnitud de su impacto ambiental.

Por su combinación de características (abajo expuestas), los suburbios son la mayor oportunidad para el urbanismo sostenible y la creación de modelos de poblamiento y manejo ambiental. Así deben ser enfocados y manejados, como transición espacial y no temporal a lo urbano.

Condiciones físicas básicas

Corresponden a las expuestas en las generalidades. En general, los procesos de urbanización campestre no se extienden mucho por encima de los 3200 msnm, debido al severo clima del páramo. Muchos proyectos se promueven y venden en verano y se abandonan con las primeras asperezas del invierno.

La urbanización dispersa del área rural también aporta rasgos físicos artificiales como el aumento de sustratos duros, coberturas impermeables y vías, alterando el patrón de circulación del agua en el suelo.

Oferta ambiental

- Régimen de perturbaciones atenuado por el cambio de uso agropecuario a residencial suburbano (suspensión de fuego, pastoreo, labranza, agroquímicos, escarda, entresaca, etc.).
- Suelo frecuentemente enriquecido por aportes de tierra negra y otros.
- Microclima diversificado por estructuras artificiales (edificaciones, arborización, setos, etc.).
- Aparición de sustratos duros o muy alterados (cimentaciones, placas, escombreras).

Potencial biótico

- Fitodiversidad aumentada por flora exótica de jardinería.
- Repoblación de fauna dispersora.
- Mosaico ambiental diversificado por la mezcla de unidades rurales, suburbanas y silvestres.

- Conectividad y fragmentación variables, dependiendo de la densificación residencial.
- Mantenimiento de los relictos y fragmentos en las primeras etapas de urbanización (baja densidad residencial).

Potencial sociodinámico

- Aunque variable, la actitud y el manejo hacia los elementos naturales es más conservacionista.
- También variable, tiende a existir mayor conocimiento o valoración del medio ambiente y los elementos naturales del entorno.
- No existe dependencia estricta de la explotación directa del suelo (uso residencial y recreativo), por lo que hay más libertad para ensayar nuevas prácticas de manejo.
- Alta sensibilidad a la conservación del agua.
- Resistencia social al aumento de la urbanización y la alteración escénica.
- Alta sensibilidad a la conservación escénica y el mejoramiento estético (por sensibilidad estética o por valor agregado a la propiedad suburbana).
- Baja cohesión comunitaria, el tejido social es pobre y poco diferenciado.
- Poca presencia local (prácticamente limitada a noches y fines de semana), tratándose típicamente de población conmutadora.
- Mezcla de culturas rural y urbana, con formas de conceptualización, valoración y motivación distintas.
- Generación incipiente de cultura suburbana. Germen de apropiación cultural y afectiva del paisaje suburbano.
- Frecuente conflicto intercultural y por uso de recursos naturales entre campesinos y "fuereños".
- Organización paralela (a veces no es tan evidente pero existe) entre campesinos y fuereños. Ello dificulta la convocatoria y la extensión, pues existen realmente dos comunidades con dos formas distintas de comunicación y organización.
- Extensos predios con propietarios ausentistas, bien por decadencia de la actividad rural o por especulación de tierras para urbanizar (o ambas).

Factores limitantes

- Visión fatalista del progreso (como destrucción inevitable de lo rural y lo natural).
- Mezcla de intereses divergentes (población mixta).
- Escasa presencia de los propietarios. Interlocución con empleados.
- Suelos profundamente alterados (frecuente pérdida de infraestructura por pasado agrícola y construcción reciente).
- Requisito de ajustar la fisonomía y composición de la cobertura vegetal a criterios paisajísticos (perspectiva, privacidad, circulación, gustos particulares, capacidad de interpretación, etc.).
- Fragmentación de la propiedad y encarecimiento del suelo. Dificulta la creación de grandes áreas de preservación y la aplicación de tratamientos extensivos de restauración.

Factores tensionantes

Se trata de un régimen complejo de tensionantes leves y severos a nivel físico, biótico y cultural, caracterizado por la alta velocidad de transformación.

- Alteración agresiva y reemplazamiento artificial de la cobertura vegetal por jardinería. [3]
- Introducción de flora exótica. Algunas especies muy agresivas se escapan de los jardines y se convierten en malezas o en plagas (especies fugitivas).[3]
- Tala de relictos y fragmentos para urbanizar. [3]
- Contaminación hídrica por vertimientos domésticos (falta de obras de saneamiento básico). [2]
- Contaminación por vertimientos de sistemas de alteridad no residenciales pero típicamente suburbanos (marraneras, restaurantes, establecimientos nocturnos, turísticos, etc.). [2]
- Aumento de muertes de fauna silvestre por atropellamiento. [5]
- Aumento de perturbación a la fauna por ruido. [5]
- Predación de fauna local por animales domésticos (perros y gatos). [5]
- Crecimiento de la red vial. Aumento de la fragmentación de hábitats y alteración del drenaje del suelo. [2]

- Pérdida del conocimiento tradicional de los ecosistemas y biotas locales. [6]
- Rompimiento del tejido social rural. [6]
- Construcción de muros, alambradas y otros elementos de aislamiento, en detrimento del tráfico de algunos dispersores y rompiendo el escenario y el tejido social rural. [6]

Interacción tensionantes – limitantes

Las interacciones son múltiples y complejas. Sin hacer un tratado sobre la urbanización del área rural, aquí se resumen algunas de las más destacadas en la práctica de restauración:

- La resistencia cultural pasiva de los campesinos a la urbanización los hace más refractarios a la extensión conservacionista (y cualquier mensaje directo de cambio de conceptos y valores).
- El rompimiento del tejido social y el debilitamiento paulatino de la cultura local hace que se pierdan los elementos culturales que podrían servir de base sociodinámica para la conservación.
- La societalización (cambio de relaciones primarias, personales, por secundarias, de tipo societal, más laxas y anónimas) baja la disposición a la participación en medio ambiente, el cual se convierte en una expectativa de servicio público (se espera que el Estado mande a alguien a que lo instale y lo repare).
- La densificación de la urbanización aumenta todos los limitantes relacionados con individualismo, fragmentación y disminución del potencial biótico.

Alteración

La alteración es profunda y la tendencia creciente. En las primeras etapas hay recuperación ambiental, que se revierte con la densificación de la urbanización. Entre las principales alteraciones se destacan.

- Tendencia a densidades mayores.
- Tendencia a expansión hacia las partes más aisladas y más altas.
- Especialización de microcuencas abastecedoras en acequias de aguas negras.
- Endurecimiento progresivo de los sustratos.
- Modificación severa del drenaje por vías y edificaciones.

- Cambio drástico de la cobertura vegetal por edificación y jardinería.
- Aumento inicial y disminución posterior de la cobertura vegetal protectora (cordones riparios, relictos de bosque, fragmentos de rastrojo y matorral nativos).

Potencial de restauración

- Factibilidad de aprovechar la cultura conservacionista suburbana orientándola hacia el conocimiento, preservación y restauración de la vegetación y los ecosistemas nativos.
- Factibilidad de orientar la urbanización hacia la conformación de un suburbio estable y sostenible.
- Factibilidad de conformar un mosaico de relictos conservados, cordones riparios (rondas protectoras de quebradas y nacederos) y jardines amables.

Priorización

- Este cuadro es de la mayor prioridad para el Distrito, pues el correcto manejo de los ecosistemas periurbanos y su urbanización ordenada, garantiza tanto la estabilización del crecimiento y densificación de la ciudad como la apropiación correcta del espacio público y privado en los nuevos sectores urbanizados.
- La construcción de suburbios estables es prioritaria para el establecimiento de un ecotono armónico rural–urbano, como franja de encuentro e intercambio constructivo entre culturas y funciones diversos más no divergentes.

Estrategias

- Promoción intensa y extensiva de la jardinería amable (especies y técnicas de jardinería y paisajismo favorables a la conservación y conectividad de los ecosistemas nativos).
- Preservación estricta de los relictos de vegetación nativa.
- Restauración de cordones riparios dentro de las rondas protectoras de Ley en quebradas y nacederos.
- Fortalecimiento de la dependencia conciente de quebradas y nacederos, evitando otras fórmulas de abastecimiento y la conversión de los cursos locales en alcantarillas.
- Promoción y presión para la adopción de obras adecuadas de saneamiento básico.

- Fortalecimiento de los elementos y funciones rurales mediante asistencia técnica para el aprovechamiento sostenible.
- Fortalecimiento sociocultural de las comunidades rurales, mediando su integración simbiótica y estabilización dentro del suburbio.
- Rescate, articulación y enriquecimiento de los elementos positivos de las culturas locales en la construcción de una cultura local de conservación, dinamizada hacia la preservación y la restauración de un mosaico suburbano acorde con la visión colectiva del ordenamiento deseado.
- Las estrategias sociodinámicas deben considerar la diversidad cultural y contribuir a mediar la convivencia en torno a la conservación.
- El trabajo sociodinámico debe diferenciar en estrategias y tratamientos los pobladores suburbanos (que quieren conservar rural y suburbano) y los urbanizadores (dedicados comercialmente a densificar y expandir la urbanización).



CUADRO X: DEGRADACIÓN DE HUMEDALES POR URBANIZACIÓN

Todos los sistemas lénticos (lagos, lagunas, pantanos) tienden naturalmente a colmarse de sedimentos y a transformarse eventualmente de lacustres (lagos) en palustres (pantanos) y finalmente en ecosistemas terrestres. Este proceso, impulsado por el aporte de sedimentos y nutrientes (principalmente fósforo) de la cuenca tributaria, típicamente es acelerado por las actividades humanas.

Dentro del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá, se encuentran dos tipos principales de ecosistemas lénticos (de aguas estancas): las lagunas de alta montaña (de origen glaciar), ubicadas en los páramos, y las lagunas de desborde (de origen aluvial), en el altiplano.

Los llamados humedales bogotanos, pertenecen al segundo tipo. Se ubican en el borde occidental de la ciudad, dentro de un área de fuerte actividad antrópica.

Aunque esta situación no se presenta en las áreas rurales abarcadas por el presente estudio (Sur y Oriente del Distrito Capital), su importancia dentro del Distrito y en la percepción ambiental de la ciudadanía obligan a su mención dentro del Protocolo Distrital de Restauración.

Este cuadro corresponde a las áreas del sistema de humedales del plano de inundación de la cuenca media del río Bogotá y los cursos bajos de sus principales afluentes (Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelito), los cuales han sido transformados en principales colectores del sistema de alcantarillado de la ciudad. Las aguas afluentes mezclan enormes aportes de materia orgánica de los vertimientos domésticos, junto con metales pesados, grasas, hidrocarburos y otros tóxicos, procedentes de la escorrentía urbana de las aguas lluvias y los vertimientos industriales y de otros establecimientos (talleres, asaderos, etc.).

Los humedales sufren por ello, una aceleración del proceso de eutrofización (enriquecimiento de nutrientes y proliferación de plantas acuáticas), colmatación (pérdida de profundidad por sedimentos) y terrificación (conversión en tierra).

A medida que el proceso avanza, las distintas franjas de vegetación avanzan hacia el centro del humedal. En una fase avanzada, las masas de tierra y vegetación en medio del cuerpo de agua se expanden y el flujo del agua a través de la cubeta se hace más lento, con las masas sirviendo como filtro. Así, el tiempo de residencia de los materiales disueltos y arrastrados aumenta y el proceso se acelera.

A esto se suma el relleno intencionado desde sus márgenes, con tierra negra, escombros y recebo, con el fin de ampliar subrepticamente el terreno para urbanizar, a expensas del cuerpo de agua.

Por su carácter aluvial (lagunas de desborde) estos humedales funcionan como amortiguadores hidráulicos, absorbiendo las avenidas (crecientes) del Bogotá y sus afluentes. Los terrenos urbanizados sobre estos sistemas siguen padeciendo la misma dinámica y aumentada, con fuertes oscilaciones del nivel de las aguas negras, con grave riesgo para las propiedades, vidas y salud humana.

Este cuadro de restauración difiere de todos los anteriores, referentes a ecosistemas terrestres, pues en el caso de los acuáticos el objetivo de la restauración no es echar a andar y acelerar la sucesión natural, sino desacelerarla y, de ser posible, detenerla, luchando contra la tendencia de conversión de acuático en terrestre.

Esto invierte la lógica de la restauración, pues no se trata de aumentar las entradas y restringir las salidas, sino de todo lo contrario, de modo que se controlen los procesos acumulativos de nutrientes, sedimentos y vegetación. En líneas generales, se trata de que se contenga el agua y todo lo demás o no entre o salga sin mayor tiempo de residencia dentro de la cubeta. Con esto hay que conciliar otros tres objetivos de manejo:

- Evitar la urbanización del espacio público (rondas y humedales) y el asentamiento humano en áreas de riesgo e insalubres.
- Mantener la aptitud de este espacio público para el servicio recreacional de la población urbana.
- Conservar el hábitat de la fauna migratoria y local (con varios endemismos) concentrada en los humedales bogotanos.

Estas preocupaciones son relativamente recientes, producto de la creciente preocupación mundial por el medio ambiente. De hecho, gran parte de la ciudad fue construida sobre el plano aluvial, en muchos casos sobre el relleno de grandes y pequeños humedales (de donde viene gran parte de su alto riesgo sísmico).

La situación de cada humedal es particular. En pocos casos cabe pensar en la restauración de un sistema aproximado al primitivo; en otros, aún pueden rescatarse muchos atributos estructurales y funcionales del sistema palustre o lacustre. En otros, sin embargo, la factibilidad y prioridad se inclina más hacia la eliminación de un problema hidráulico y sanitario, en medio de situaciones socioeconómicas difíciles que hacen muy poco viable la recuperación del ecosistema acuático (ej: el humedal de La Vaca, en Kennedy).

Condiciones físicas básicas

- Tierras bajas dentro del altiplano con temperaturas relativamente altas y elevada evapotranspiración.
- Dinámica aluvial de desborde, con fuertes oscilaciones de los afluentes y del receptor (río Bogotá) que en muchos casos represa e inunda los humedales aledaños.
- En consecuencia con lo anterior, existen dos niveles de agua (mínimo y máximo) y una interfase anfibia.
- Avenidas periódicas que arrastran parte de los materiales acumulados hacia el efluente.
- El sustrato es de suelos aluviales, pesados, mal drenados y con poca o nula estructura.
- En la franja anfibia el sustrato se comporta intermitentemente como suelo (fase terrestre) y como sedimento (fase acuática).
- Altas condiciones de nutrientes, materia orgánica, metales pesados y gran diversidad de tóxicos, tanto en el agua como en los suelos aledaños (depósitos aluviales).
- Alta DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y baja descomposición / alta acumulación de materia orgánica.
- Tendencia al aumento de las oscilaciones hídricas y del tiempo de residencia de los materiales afluentes, por colmatación que hace más lento y laberíntico el flujo del agua a través del humedal.

Oferta ambiental

- Aporte seguro de agua y nutrientes.
- Diversificación creciente de ecotopos dentro del humedal (franjas y sitios puntuales con condiciones ecológicas diferenciadas).
- Temperatura relativamente alta que favorece el desarrollo de la vegetación.
- Escasa profundidad que favorece el calentamiento y la circulación completa de nutrientes a través de la columna de agua (lo cual favorece la proliferación de plantas acuáticas).

En síntesis, lo único que mantiene el humedal es el régimen hidráulico; los demás factores parecen confabulados para su desaparición.

Potencial biótico

- Diversidad taxonómica y funcional de plantas acuáticas, cada una con un nicho especializado en una fase de la colmatación y terrificación.
- Rutas tradicionales de migración de aves acuáticas.
- Poblaciones relictuales de aves endémicas (ej.: *Cistatorus*, *Rallus semiplumbeus*).
- Poblaciones relictuales de peces endémicos (ej.: *Eriophthalmus mutisii*).
- Muy escasos elementos relictuales de los matorrales y bosques riparios primitivos (tintos, alisos, tunos, cedros, etc.).

Potencial sociodinámico

- Alta y creciente sensibilidad de la ciudadanía hacia la conservación de los humedales.
- Alta demanda de espacio público.
- Creciente interés recreacional en los cuerpos de agua del Distrito.
- Prioridad del espacio público y los parques en las políticas distritales.
- Creación del Comité de Parques del Distrito, el cual permite coordinar las acciones de las distintas entidades en torno a los humedales y el espacio público.
- Presencia activa de organizaciones no gubernamentales trabajando por la conservación de los humedales bogotanos.
- Creciente interés de la academia (universidades e institutos científicos) en la investigación y manejo de los humedales bogotanos.
- Presencia activa de la Asociación Bogotana de Ornitólogos y otros grupos de investigadores y aficionados a las aves.
- Bagaje de experiencias institucionales de manejo en estos humedales, con diversidad de enfoques y métodos.
- Fuerte presión de urbanización sobre los humedales.
- Frecuentes problemas jurídicos en la delimitación de rondas y espejos de agua.

- Conflicto entre las comunidades asentadas sobre el área inundable y la conservación del humedal.
- Asentamiento de población marginada en terrenos marginales por su propia degradación ambiental.
- Casos locales de control de grupos al margen de la Ley (milicias, paramilitares y pandillas) en las comunidades subnormales asentadas sobre el humedal.
- Existencia de grandes prioridades locales, relacionadas con el marginamiento socioeconómico, anteponibles a la restauración del ecosistema o a la recuperación del espacio público (salud, seguridad, vivienda, empleo).
- La restauración de zonas verdes e infraestructura recreacional en áreas socioeconómicamente deprimidas requiere acompañamiento de estrategias de desarrollo comunitario, de modo que la comunidad pueda captar el valor agregado por el mejoramiento ambiental.

Factores limitantes

En términos biofísicos, el cuadro se caracteriza por los excesos más que por deficiencias para el desarrollo del ecosistema. Sin embargo, desde la perspectiva de la restauración del sistema acuático, pueden señalarse dos limitantes:

- Oxígeno disuelto. Su concentración puede ser críticamente baja, dificultando la descomposición, solución y evacuación de la materia orgánica con el efluente.
- Circulación limitada. La cantidad de agua contenida y circulante ha descendido en algunos casos a niveles críticos. Dado que el problema principal de manejo son las concentraciones de materiales disueltos y en suspensión, el volumen del solvente es un factor primordial, desde el punto de vista bioquímico e hidráulico.

Factores tensionantes

- Afluencia de materia orgánica por excretas (aguas servidas domésticas) y otros vertimientos (asaderos, industria, etc.). Creciente. [2]
- Afluencia extra de fósforo por vertimientos de detergentes y otros polifosforados. Creciente. [2]
- Afluencia de hidrocarburos diversos (ligeros, pesados, aromáticos, etc.) por escorrentía urbana y vertimientos (talleres, industria, cambiaderos de aceite, gasolineras, etc.). Creciente. [2]
- Afluencia de metales pesados por escorrentía urbana y vertimientos

industriales. Estable. [2]

- Afluencia de otros tóxicos. Creciente. [2]
- Relleno desde las márgenes con suelo y escombros. Creciente y definitivo. [1,2]
- Descarga de basuras. Creciente. [2]
- Cacería ilegal esporádica de aves y pequeños mamíferos. Eventual. [5]
- Molestias de los paseantes a las aves y los nidos. Constante. [5]
- Prácticas de eliminación de plantas acuáticas sin cuidado de sitios de refugio y nidación de las aves. Periódica. [5]
- Mantenimiento de jardines y parques sin cuidado de sitios de nidación de las aves (poda de matorrales y juncas y reemplazo por césped corto hasta la orilla del agua). Periódica. [5]
- Predación por animales domésticos (perros y gatos). Constante. [5]
- Reemplazo de vegetación riparia relictual por fórmulas artificiales de jardinería poco propicias al sostenimiento de la fauna. Permanente. [3,5]
- Proyectos de revegetalización de rondas o márgenes que inadvertidamente promueven la terrificación del humedal. Eventual y creciente. [2,3]

Interacción tensionantes – limitantes

- La combinación de alta carga de materiales con bajo volumen hídrico y bajo oxígeno disuelto, fortalecen la dinámica de acumulación y colmatación.

Alteración

- Alteración principal consistente en la aceleración antrópica del proceso natural de eutroficación, colmatación y terrificación, pasando de ecosistema acuático a terrestre.
- La alteración no destruye los mecanismos sucesionales, sino que los acelera y desvía.
- La alteración tiene expresión diversa en las fases acuática, anfibia y terrestre del humedal, colmatando la primera, invadiendo y transformando la segunda y destruyendo totalmente la tercera (vegetación riparia).
- La alteración tiene un profundo significado de ordenamiento, representando una faceta de la especialización funcional de los cursos de agua urbanos en

sistemas de evacuación y la asociación de áreas ambientalmente marginales en asiento de población humana así mismo marginada.

Potencial de restauración

- Varía de un caso a otro, dependiendo de lo avanzado del proceso de colmatación y del entorno socioeconómico.
- La factibilidad de restaurar el humedal, depende en muchos casos de obras costosas como desviación de colectores, tratamiento de aguas afluentes o separación de aguas lluvias y servidas en la colección.
- Independientemente del enfoque, la restauración del humedal depende de la restricción en las entradas y el aumento de las salidas de tóxicos, nutrientes y sólidos, lo cual puede abordarse por métodos hidráulicos, mecánicos, biológicos, químicos, etc.
- La rehabilitación total, es decir, la restauración completa de un ecosistema palustre primitivo es prácticamente imposible en los casos revisados.
- La recuperación de algunos atributos estructurales y funcionales del ecosistema primitivo, conciliados con usos actuales y potenciales como el rescate del espacio público para recreación, es factible en la medida en que se incorpore la dinámica aluvial al diseño y manejo, al tiempo que se concilian las necesidades de conservación y recreación en el diseño.
- En muchos casos puede llegarse a obtener un parque adecuadamente zonificado para la recreación, la conservación de elementos naturales frágiles y zonas de compromiso entre ambas actividades.
- En casos avanzados de colmatación en entornos socioeconómicos críticos se impone la consumación del proceso de terrificación, no tratándose ya de un problema de restauración de un ecosistema natural o algunos de sus atributos, sino de uno de manejo sanitario y obras civiles.

Priorización

- Los humedales deben ser calificados uno a uno, de acuerdo con su potencial particular de restauración, de acuerdo con el costo / beneficio de la misma.
- En donde se justifique, estos ecosistemas deben ser recuperados e incorporados a la función del espacio público dentro de modelos creativos que den fórmulas eficaces a la ciudad para la urbanización adecuada de los ecosistemas periféricos.
- En donde el análisis de costo / beneficio y factibilidad, haga poco recomendable la restauración, debe priorizarse la inversión en ordenamiento urbano, saneamiento básico y desmarginalización de la población.

Estrategias

- Siempre se debe partir de estudiar la factibilidad de tratar las aguas antes de vertirlas al humedal.
- Zonificar teniendo en cuenta los sitios de refugio, nidación y forrajeo de las aves y otra fauna local, para evitar eliminar la vegetación asociada a los mismos o el establecimiento de actividades molestas para la fauna.
- Establecer tratamientos de cosecha: prácticas que permitan remover los excedentes de producción vegetal del humedal y aprovecharlos (compostaje, recuperación de suelos degradados, combustible, papel, etc.).
- Recuperar el comportamiento hidráulico del humedal: dragado, reapertura del canal central, procurando un flujo continuo y el menor tiempo de residencia de los materiales dentro de la cubeta del humedal. El permitir el intercambio con otros cuerpos de agua, incluido el receptor (ej: río Bogotá), debe evaluarse según su efecto físico-químico y biológico sobre el humedal tratado.
- Acelerar la desintegración y descomposición del material vegetal de exceso, por medios mecánicos, químicos o biológicos, acopladas a la salida de los detritos con el efluente.
- Aumentar la oxigenación completa de la columna de agua (por medios mecánicos o químicos) para agilizar la descomposición de materiales acumulados y su salida con el efluente.
- La revegetalización de las márgenes y rondas debe conciliar, desde el diseño, la creación de una estructura vegetal propicia para los usos del espacio público, con la recuperación de atributos de los ecosistemas nativos riparios (bosques de aliso, juncuales, tunales, bosques colinados de cedro, etc.).
- La revegetalización debe aplicarse de modo tal que no acelere el proceso de terrificación, evitando especies con alto efecto de drenaje o la inducción o consolidación de etapas sucesionales en la sere de terrificación. Este es de los pocos casos de restauración en que el tratamiento debe ir en dirección contraria a la tendencia sucesional.
- Incluir en la revegetalización flora nativa amenazada, propia de los ambientes riparios, palustres y de colinas, así como la cobertura vegetal que por fisonomía y composición mejor contribuya al repoblamiento y sostenimiento de la fauna nativa (nidación, refugio, tránsito, alimento, cortejo).
- La aplicación de cualquier estrategia o tratamiento de recuperación del humedal debe tener en cuenta la época, zonas y forma de aplicación, de modo que cause el menor impacto posible sobre la fauna del humedal, con especial atención a la endémica. La recuperación de un espacio público a costa de la extinción de una especie es la decisión menos rentable y una pesada deuda con las generaciones futuras.



CUADRO XI: DETERIORO POR PLANTACIÓN INADECUADA DE FORESTALES INTRODUCIDAS

Desde finales del siglo XIX y especialmente desde mediados del XX, se introdujeron en el país (y Bogotá fue un foco de ello) varias especies de árboles, dentro de paquetes de tecnología forestal, aplicados con éxito en otros países, en su gran mayoría de las zonas templadas. Coníferas europeas y norteamericanas, eucaliptos australianos, acacias asiáticas y australianas, se convirtieron en herramientas de fácil producción masiva y manejo estandarizado de plantación, que permitieron devolver cobertura vegetal a extensas áreas que habían sido taladas y profundamente deterioradas durante siglos desde la Conquista europea.

La mayor parte de esta tecnología estaba diseñada para la producción de pulpa y madera. En principio se pensó que Bogotá y otras zonas podían convertirse en importantes productoras forestales. Esto dio lugar a la entusiasta extensión de tratamientos de forestería industrial incluso a zonas que requerían tratamiento forestal protector. En muchos casos las plantaciones de exóticas se establecieron reemplazando bosques, rastrojos y subpáramos nativos.

Muchos propietarios privados fueron inducidos a adoptar estos proyectos como fórmula segura de enriquecimiento. Los términos de referencia para manejo de microcuencas, a pesar de la definición del área forestal protectora, incluían indicadores como trozas, pulpa, piezas, tablas y metros cúbicos (de madera, no de agua). El enfoque se extendió al arbolado urbano, donde al ciprés se añadieron los mismos eucaliptos y acacias, junto con los urapanes (*Fraxinus chinensis*) y los jazmines chinos (*Pitosporum undulatum*).

Estas especies se popularizaron por su gran adaptabilidad, rápido crecimiento y disponibilidad masiva en vivero. Algunas, como el eucalipto, llegaron a hacerse parte distintiva del paisaje del altiplano bogotano. Al mismo tiempo, la facilidad de la importación tecnológica relegó al olvido la investigación y aprovechamiento de la rica flora nativa.

La combinación de especies productivas, tecnología probada, suelos apropiados y proximidad a los sitios de mercado y transformación no resultó la fórmula mágica que se esperaba. Colombia debía resolver otros aspectos para convertirse en una potencia forestal.

Entre tanto, las plantaciones establecidas en áreas forestales protectoras no pudieron recibir un adecuado manejo silvicultural, incluyendo los clareos para facilitar el restablecimiento de vegetación nativa y la adecuada producción de madera. Ello se debió principalmente, al impedimento jurídico que la definición misma de Área Forestal Protectora establece (Decreto 2811/74), al prohibir la extracción de madera de la misma.

Debido a esto, las plantaciones se desarrollaron de modo inadecuado, con densidades excesivas, en rodales coetáneos (bloques de árboles de la misma edad) y sin podas formativas ni clareos. Las características particulares de estas especies, su inapropiada ubicación en zona protectora, los errores de diseño de las plantaciones y la falta de manejo silvicultural, dieron lugar a una amplificación de los efectos negativos de la forestería sobre suelos, agua y biodiversidad. Con el tiempo, las plantaciones dejadas a su suerte, se

convirtieron en grandes acumulaciones de materiales inflamables, en gran parte responsables por la dinámica de agresivos incendios forestales que ya son tradicionales en áreas como los Cerros Orientales, máxime allí donde se asociaron a nativas (ej.: *Myrica parvifolia*) o malezas exóticas (ej.: *Ulex europaeus*) con atributos pirogénicos.

La creciente preocupación por el medio ambiente y los valores asociados a la biodiversidad de los ecosistemas nativos, así como la manifestación que a la larga estuvo a ojos vista, de los efectos indeseables de la forestería convencional, han llevado en las últimas dos décadas a un auge en el interés por la vegetación nativa.

En estos momentos se ha planteado la conveniencia de un reemplazamiento gradual de las plantaciones forestales de exóticas, por coberturas vegetales nativas, priorizando aquellas zonas donde mayor perjuicio causan aquellas y más convendrían estas.

Esto no implica un anatema contra ciertas especies, sino una revisión y enmienda de los enfoques aplicados a su manejo. Como sucede con cualquier herramienta, ninguna especie es de por sí "mala", pero puede estar mal ubicada y aplicada. Como se ve en otros cuadros de restauración y tratamientos, las especies exóticas (también llamadas introducidas) se incluyen en el presente Protocolo Distrital de Restauración, sacando el mejor provecho de sus innegables atributos, en los lugares y bajo el manejo más apropiados.

Condiciones físicas básicas

- Rango altitudinal ascendiendo hasta los 3200 msnm, si bien, se concentran entre los 2700 y 3000 msnm, rango por encima del cual son más escasas y tienen menor desarrollo. Por tanto, están por debajo de la línea de heladas de altura.
- Microclima regulado por la plantación.
- Alta interceptación y evapotranspiración, especialmente en las plantaciones más densas y en crecimiento.
- Acidificación de suelos y aguas (bajo pinares).
- Sustrato variable, desde suelos arenosos derivados de la formación Guadalupe (muchos pinares) hasta arcillosos, originados en rocas más finas.
- Suelos generalmente degradados, por tensionantes previos a la plantación y por la plantación misma. Suelos generalmente superficiales, de baja fertilidad, ácidos, con poca estructura y baja asimilación de materia orgánica.
- Alta susceptibilidad a incendios forestales por sobreacumulación de hojarasca (que se acumula sin descomponerse), maderas, resinas y otros combustibles.
- Escasa penetración de luz.
- Baja oferta de espacio para enraizamiento y crecimiento.

Oferta ambiental

- Microclima favorablemente regulado por la plantación.
- Oferta diversificada de sitios de germinación por parches de caída de árboles, incendios y otras perturbaciones crónicas dentro de las plantaciones.
- Zonas con acumulación de materia orgánica sin degradar (pero que puede hacerse disponible con tratamientos simples).
- Franjas y focos de ambientes con ventaja para la competencia por especies nativas (franjas riparias, suelos rocosos, núcleos de condensación, ambientes de transición a páramo y subpáramo, etc.).

Potencial biológico

- Áreas generalmente con pocos relictos de vegetación nativa, en especial de estados sucesionales avanzados.
- Baja abundancia y diversidad de fauna en todos los taxa (desde invertebrados hasta pequeños y medianos vertebrados).
- Las plantaciones ofrecen un medio poco propicio para los dispersores y poco permeable al tráfico de propágulos (semillas, esporas).
- Bloqueo de dispersión anemócora por cortinas densas y anchas de árboles.
- La oferta de sitios de germinación es baja y las alteraciones bioquímicas del suelo hacen que no pueda contarse con bancos de semillas nativas.
- Competencia muy severa, tanto arriba como bajo el suelo, por agua, luz, espacio, nutrientes.
- Alelopatía complicando la competencia (competencia excluyente o "juego sucio").
- Son frecuentes algunas franjas (bordes de las plantaciones, cañadas, escarpes, cordones riparios) con vegetación nativa más o menos interconectable que puede funcionar como fuente y vía para el tráfico de dispersores y propágulos.

Potencial sociodinámico

- Existe un claro obstáculo jurídico para el clareo y reemplazamiento gradual de estas plantaciones, el cual radica en su status de plantaciones forestales protectoras.

- Fuerte tendencia conservadora en los enfoques forestales de las entidades a cargo de la mayor parte de estas plantaciones, que ofrece resistencia a una variación en los métodos y objetivos.
- Reconocimiento creciente de las desventajas y externalidades negativas de la forestería convencional.
- Conocimiento creciente del valor y manejo de la flora nativa altoandina.
- Interés creciente en la conservación, valoración y aprovechamiento de la biodiversidad.
- Ampliación de la gama de objetivos de manejo en la gestión de la cobertura vegetal y las áreas rurales.
- Preocupación creciente por el suministro hídrico y su afectación por el manejo de la cobertura vegetal.
- Presión creciente de las comunidades rurales situadas aguas debajo de las plantaciones forestales.
- Conocimiento creciente de los riesgos implicados en la sobreacumulación de combustibles en plantaciones forestales no sometidas a forma alguna de cosecha o clareo.

Factores limitantes

- Baja disponibilidad de nutrientes (acidez, bloqueo en materia orgánica sin descomponer, pobreza original).
- Escasa oferta de hábitat para la fauna nativa.
- Baja luminosidad.
- Poca oferta de espacio de germinación y crecimiento.
- Alta competencia por todos los recursos físicos.
- Sustancias alelopáticas inhibiendo germinación y crecimiento.

Factores tensionantes

- Prácticas de preparación del terreno, consistentes en eliminación de la vegetación nativa, previa al establecimiento de la plantación. Puntual y definitiva. [3]
- Introducción de especies exóticas en altas densidades. Creciente. [3]

- Prácticas de mantenimiento y liberación, eliminando periódicamente la regeneración natural y agotando la respuesta del banco de semillas y los retoños nativos. Periódica y creciente. [3]
- Sepultamiento de semillas y plántulas por gruesas capas de hojarasca de lenta o casi nula descomposición. Constante. [3]
- Secreción y acumulación en el suelo de sustancias alelopáticas inhibitoras de germinación y crecimiento. Creciente. [3]
- Fuegos de vegetación periódicos. Muchos de ellos son fuegos subterráneos, a través de la hojarasca y el mantillo, atacando raíces, semillas y plántulas. Recurrente. [3,4,5]
- Fuerte erosión hídrica superficial (laminar y hasta en cárcavas) promovida por la eliminación competitiva de sotobosque y estratos herbáceos o rasantes, así como por la pérdida de estructura del suelo bajo coberturas densas de exóticas. Creciente. [4]
- Homogeneización excesiva del medio, con pérdida de hábitat para fauna y flora asociadas (insectos, vertebrados, quiches, orquídeas, helechos, etc.). Creciente. [3,5]
- Sin que exista un total acuerdo técnico al respecto, la evidencia acumulada señala los siguientes efectos sobre el suelo:
- Alelopatía (*Acacia decurrens*, *Eucalyptus* spp.) [4]
- Esterilización (*Eucalyptus* spp., *Pinus patula*) [4]
- Compactación (*Eucalyptus* spp., *Pinus* spp.) [4]
- Acumulación de materia orgánica sin descomponer (*Pinus* spp.) [4]

Interacción tensionantes – limitantes

- La densidad y homogeneidad (de especies y edades) de las plantaciones acentúan la mayoría de los tensionantes relacionados con la competencia y agudizan el efecto de los factores limitantes.
- Los efectos tensionantes y la agudización de los limitantes varía con la edad de la plantación. Durante la fase de crecimiento rápido y durante los picos de densificación ("crowding") los efectos se intensifican.

Alteración

- Cambio de ecosistemas autónomos y funcionales por coberturas incapaces de autorregeneración y automantenimiento.

- Suspensión – desviación de la sucesión.
- Pérdida de hábitats y biodiversidad.
- Efectos agudos durante etapas de mayor crecimiento y densidad.
- Afectación de todos los mecanismos de regeneración del ecosistema, locales y alóctonos.
- Los efectos se atenúan ligeramente con la maduración y envejecimiento de la plantación (en el largo plazo).

Potencial de restauración

- Transformación gradual de las plantaciones en rodales nativos con fórmulas naturalistas, apuntando a la rehabilitación estructural y funcional de ecosistemas primitivos, siguiendo la distribución espacial de la biodiversidad a través de las ecoclinas.
- En un punto intermedio, muchos rodales pueden ser transformados hasta un punto intermedio, conservando parte del arbolado original, como ganancia de cobertura y elemento de diversidad.
- Las áreas que requieren tratamiento con mayor urgencia son las de plantaciones jóvenes, donde los efectos son más intensos. Sin embargo, el tratamiento es más factible allí donde el envejecimiento de la plantación o los limitantes ambientales facilitan el establecimiento de vegetación nativa.
- En plantaciones donde las exóticas están bien integradas a la vegetación nativa y los efectos negativos bien mitigados, no se justifica el tratamiento.

Estrategias

- Dando cumplimiento al requisito legal de "efecto protector de la cubierta vegetal", los tratamientos deben tener carácter gradual, haciendo de la transición el concepto básico de diseño y manejo, en el espacio y el tiempo.
- El status jurídico de las plantaciones debe ser modificado de forestal protector a forestal productor, de modo que se viabilice el manejo silvicultural, incluyendo la restauración.
- Divulgación y capacitación en restauración ecológica y ecología altoandina para los técnicos de las entidades encargadas del establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales.
- En la priorización y zonificación de los tratamientos debe darse prioridad a la consideración de la inflamabilidad y la oferta de hábitat para la fauna.

- Diversificación del medio por medio de tratamientos no homogeneizantes, con variedad de fórmulas y manejos del espacio, ampliando la oferta de micrositios, parches, corredores y variaciones horizontales y verticales.
- Enriquecimiento de la oferta de hábitat para la fauna en recursos de nidación, forrajeo, refugio, tránsito, cortejo, etc.
- En futuras plantaciones debe modificarse el manejo total, evitando la eliminación o sustitución de vegetación leñosa nativa, las densidades excesivas y la eliminación del sotobosque.
- Según la acumulación de combustibles y la distribución de riesgos de conflagración (factores de iniciación de fuegos) debe aplicarse fuego prescrito (también llamado "fuego controlado").
- El fuego también puede ser empleado para el clareo, despeje y para la mitigación de acidez, la desintegración de materia orgánica acumulada y su incorporación al suelo, como preparación para el establecimiento de focos y franjas de vegetación nativa.
- Establecimiento de perchas y nidos artificiales para aves y mamíferos, con prioridad en las necesidades de hábitat de especies dispersoras (paseriformes, ardillas, borugos, murciélagos).
- Combinación de tratamientos con los correspondientes a los cuadros de restauración de microcuencas, hábitas para fauna nativa y áreas afectadas por incendios forestales.



CUADRO XII: INFESTACIÓN DE RETAMO ESPINOSO (*Ulex europaeus*)

En muchos suelos mal drenados y profundamente alterados, en las bases de las laderas, hondonadas y fondos de valle en el área rural y suburbana del Distrito Capital, se encuentran terrenos infestados por esta especie, originaria del centro de Europa, que conforma densas y extensas masas espinosas, ahogando toda otra vegetación e impidiendo cualquier uso del suelo (salvo la construcción).

Su alta capacidad de regeneración hace inútil el fuego y el desbroce. Forma un activo banco de semillas y sus extensas raíces mantienen un alto potencial de rebrote, aún después de tratamientos agresivos de erradicación.

Es una especie típicamente ruderal (se establece en sustratos alterados, detritos, escombros, orillas de caminos y suelos muy perturbados), antropófica (su nicho se expande con la presencia y actividad humanas) y pirófila (resiste el fuego y éste favorece su expansión frente a otras especies).

La sere iniciada por *Ulex* rápidamente se estaciona en un matorral extremadamente denso y casi puro, con pocos arbolitos nativos emergentes y algunas enredaderas. Su alta densidad

(y quizás alelopatía) son tendencias destructivas de la sucesión, por las cuales ésta queda prácticamente detenida y a merced de perturbaciones reiterativas, algunas probablemente propiciadas por la misma planta.

Los matorrales de retamo espinoso acumulan grandes cantidades de necromasa en pie (espinos secos) y poca humedad (la especie carece de hojas, todas ellas modificadas en espinas), lo que favorece la ocurrencia y expansión de fuegos de vegetación que eliminan a sus competidoras y tras los cuales *Ulex* rebrota y retoma rápidamente el control (ver Cuadro de Restauración 8). Por lo tanto también interesa su erradicación como cobertura pirogénica. Su veloz expansión, a través del fuego y suelos perturbados, es una amenaza para la biodiversidad local y regional.

Su aptitud para establecerse y competir en ambientes severamente alterados y suelos perturbados con estructura y drenaje deficientes, se unen a su ocupación oportunista de terrenos afectados por incendios de vegetación, para garantizar su rápida expansión y tenaz consolidación alrededor del sur y oriente de la ciudad, desde el Embalse de La Regadera, hasta Usaqué (y hasta Tunja y Duitama).

Tiene, por supuesto, puntos débiles. En primer lugar, es estrictamente heliófila (no soporta el sombreado más mínimo), lo cual es una de las razones por las que acumula tanta necromasa: el sombreado de las ramas altas impone la muerte de los troncos y ramas bajos dentro del matorral. Su propagación sexual es deficiente, lo que quiere decir que se reproduce más ágilmente por rizomas, por lo que su expansión es más bien continua, concentrada en los bordes y dependiente de las masas iniciales.

Además, su ventaja competitiva está restringida a las partes bajas y suelos más bien ricos. Hacia las partes altas, el gradiente de paramización imposibilita su expansión (acidez, frío, baja disponibilidad de nutrientes, sequedad fisiológica, heladas, etc.).

Aunque en pendientes moderadas compite bastante bien y despliega su mayor poder de infestación, en zonas planas, con drenaje más lento, su capacidad para competir con pastos exóticos como el quicuyo (*Pennisetum clandestinum*) es muy limitada. Si no compite bien hacia las laderas altas ni hacia los planos bajos, el problema está concentrado en el pie de las laderas y allí también deben estar las soluciones, principalmente las especies que, con algo de ayuda y trampa, pueden competir con ella.

Dado que el retamo pierde eficacia hacia los extremos de su rango ecofisiológico (hacia las partes altas, frías y bien drenadas o hacia las bajas muy mal drenadas) dentro de sus rodales todos los puntos que se aproximen a estas condiciones pueden ser inducidos con especies más eficaces en dichos ambientes, como avanzada para el reemplazamiento sucesional.

La mayoría de las especies aptas para esta estrategia son arbolitos y árboles nativos, típicos de la vegetación secundaria (priseres y mesoseres) de pie de ladera y cañada, especialmente aquellos que abundan en sustratos muy alterados o inestables y mal drenados. Es la descripción de *Verbesina elegans*, *Abatia parviflora*, *Buddleja americana*, *Viburnum triphyllum*, *Baccharis latifolia*, *Solanum oblongifolium*, entre las principales, además de enredaderas tenaces y asfixiantes como *Muehlenbeckia tamnifolia*, *Rubus* spp. y *Passiflora* spp.

Condiciones físicas generales

- Franja de pie de ladera, colinas y fondos de valle. Pendientes moderadas.
- Suelos severamente perturbados, poca estructura y drenaje deficiente (sin ser higromórficos)
- Rango térmico–altitudinal de 2500 a 3200 msnm, concentrado alrededor de los 2700.
- Zonas frecuentemente afectadas por fuegos.
- Márgenes de caminos y otros sustratos fuertemente alterados (ruderales).

Oferta ambiental

- Suelo con poca estructura y drenaje deficientes.
- Sustrato estabilizado por la densa trama radicular del retamo.
- Suelos ricos en nutrientes (alfisoles y molisoles de pie de ladera) con fijación activa de nitrógeno por el mismo espino.
- Clima benigno (dentro de los parámetros altoandinos). Prácticamente exento de heladas.
- Humedad atmosférica alta y relativamente constante a través del año.
- Humedad constante en el suelo. Exento de sequías.
- Alta probabilidad/ocurrencia de incendios de vegetación.

Potencial biótico

- Fuerte competencia del espino debajo y encima del suelo (raíces y copas).
- Probable alelopatía del espino (secreción de sustancias que inhiben el desarrollo de otras plantas).
- Formación de pequeños agregados o individuos emergentes de arbolitos nativos y enredaderas asfixiantes.
- Alta oferta de refugio pero baja de perchas y alimento para la avifauna dispersora.
- Expansión del espino, a expensas de otros tipos de vegetación, facilitada por el fuego y otras perturbaciones asociadas al ambiente antrópico.

Potencial sociodinámico

- Actitud generalizada negativa hacia el retamo espinoso.
- Interés institucional en su control y erradicación.

Factores limitantes

- Poco espacio de colonización por la alta densidad del matorral de retamo.
- Sombreado intenso por el matorral mismo.
- Posible alelopatía.
- Drenaje deficiente. Excluyente para algunas especies, pero muy variable a través del rodal, presentándose puntos mejor y peor drenados, aptos para unas u otras especies.

Factores tensionantes

- Fuego altamente probable y recurrente.
- Aparte de lo anterior, el propio matorral espinoso es defensa contra la mayoría de los agentes tensionantes.

Interacción tensionantes – limitantes

- El fuego y la expansión–mantenimiento del espino están muy probablemente asociados.
- La alteración del sustrato por construcción de vías, derrumbes y rellenos crea nuevos hábitats para el espino.

Alteración

- Reemplazamiento creciente de otros tipos de vegetación por los matorrales plaga de una especie exótica.
- Reducción de la oferta de hábitats para la fauna.
- Exclusión de otros usos por esta cobertura densa y espinosa.
- Propiciamiento de fuegos de vegetación recurrentes.
- Probable deposición en el suelo de sustancias alelopáticas.

Potencial de restauración

- Más factible en los núcleos de los rodales que en los bordes mejor iluminados.
- Puntos dentro del rodal se pueden alejar de las condiciones óptimas de suelo, facilitando el establecimiento de inductores preclimáticos.
- Factibilidad de reemplazamiento por coberturas leñosas nativas. Más probable reemplazamiento por rastrojos y bosques nativos que por pastos.

Priorización

- Este cuadro de restauración es de alta prioridad a nivel local (especialmente en Usme, San Cristóbal y Santa Fe, que son zonas húmedas).
- La afectación en zonas verdes es una prioridad para el espacio público del Distrito (Parque La Regadera, Parque Nacional Holaya Herrera, Monserrate).

Estrategias

- Inducción de núcleos de arborescentes, arbolitos, árboles y enredaderas nativos. Establecimiento de una red de inducción sucesional a través de cada rodal, uniendo núcleos de inducción preclimática con barreras piroclásticas.
- Tratamiento vegetal rápido de las áreas afectadas por fuego, dentro del rango ecofisiológico (ambiente propicio) del Ulex y en proximidad de sus rodales.
- Manejo agroforestal de las pasturas y del barbecho de los cultivos (aumento de elementos leñosos y sombreado) es clave en zonas propensas.
- Priorizar áreas con otros tipos de vegetación pirogénica (pinos, laurel hojipequeño).
- Sombreado artificial con fibras sintéticas. Debilitamiento de individuos y puntos resistentes con herbicidas sistémicos (inyectados, de modo que se evite la contaminación).



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



9. CUADROS DE RESTAURACIÓN: del 13 al 18



CUADRO XIII: FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS

A diferencia de otros cuadros, este presenta una situación generalizada de la transformación antrópica de la región bogotana, tras miles de años de ocupación humana bajo distintos regímenes ambientales, sociales y tecnológicos.

La apertura de espacios para el hombre, sus animales y plantas domésticos y toda la infraestructura de caminos, habitaciones y demás, se ha hecho a costa de las formaciones vegetales que inicialmente cubrían el altiplano y los valles y sierras circundantes, como un continuo verde de diversos tonos en franjas sobre el telar de las montañas.

Esta sustitución de coberturas naturales por artificiales no se ha hecho de modo indiscriminado, sino de acuerdo con la oferta ambiental de cada sitio en particular, por lo que el efecto se ha acentuado por milenios en ciertos segmentos de la ecoclina. En el Marco Conceptual se resumen algunos de los rasgos principales del proceso histórico de transformación antrópica de los ecosistemas bogotanos.

La deforestación y sustitución de ecosistemas nativos por antrópicos ha acarreado la fragmentación del continuum original de bosques, subpáramos y páramos, creando un mosaico de parches con gran diversidad de formas y tamaños, cuya composición florística también varía según el segmento de la ecoclina al que corresponden y su edad sucesional (etapa a la que corresponden dentro de la serie de regeneración natural).

A pesar de los preocupantes efectos ambientales de la deforestación y todo el deterioro antrópico del medio ambiente sobre la efímera existencia humana, debe reconocerse que los ecosistemas son situaciones dinámicas que han corrido a través de constantes transformaciones a lo largo de eras y períodos, muchas de ellas tanto o más drásticas que las generadas por el hombre. La vida siempre encuentra el camino. La restauración ecológica no es un intento de salvar la biosfera, sino de recuperar nuestra opción de hacer parte de su futuro.

En nuestra breve escala temporal, la desaparición y fragmentación de los ecosistemas naturales crea un problema clásico de ordenamiento: el desbalance entre los compartimentos de producción y sustentación.

El efecto típico del hombre sobre los ecosistemas es la interrupción de la sucesión y su detención en etapas muy tempranas, caracterizadas por baja estructura, baja diversidad y amplios saldos de productividad que son canalizados hacia el hombre y sus especies

acompañantes. La sucesión es revertida y detenida por medio de la cosecha misma y otros tensionantes que hacen parte de la tecnología aplicada en cada caso.

Sin embargo, el hombre necesita que algunos compartimentos del paisaje se desarrollen y conserven en estados sucesionales avanzados, de alta diversidad, baja productividad neta, que prestan indispensables servicios ambientales y confieren sostenibilidad al conjunto. Es lo que E.P. Odum (1969) llamó estrategia de desarrollo del ecosistema, constituye la base del ordenamiento ambiental y está implícito en el planteamiento legal de los ecosistemas estratégicos.

Para que los ecosistemas estratégicos sean funcionales deben estar organizados a modo de red de sustentación ambiental a través del área rural del Distrito. Para ello es preciso mitigar la fragmentación. El aumentar su interconexión les devolverá su capacidad de autosostenerse y regenerarse, en beneficio de la sostenibilidad del sistema urbanorregional bogotano.

En este objetivo cada predio y decisión cuentan. Cada manejo y cobertura tiene un grado distinto de artificialidad o de naturalidad; puede ser más o menos amable con el ecosistema, propiciando o dificultando la conexión de los ecosistemas a través del espacio, el viento, las aves, el agua y las ideas.

Condiciones físicas básicas

- Como situación generalizada, las condiciones corresponden a las enunciadas en las generalidades al principio de esta sección.
- Sin embargo, debe enfatizarse el efecto mutuo que la fragmentación de los ecosistemas altoandinos y el cambio mesoclimático tienen. La deforestación favorece la extensión de las condiciones atmosféricas de las franjas superiores a las inferiores (paramización secundaria) y el nuevo mesoclima más severo dificulta y desvía la regeneración natural, apareciendo coberturas vegetales oportunistas que pueden facilitar o retardar la regeneración de las formaciones originales.

Oferta ambiental

- La alteración generalizada acentúa el gradiente ambiental natural, concentrando la oferta de humedad y materia orgánica en áreas como cañadas, márgenes hídricas y pies de ladera y aumentando las diferencias entre áreas propicias y severas (ampliación de extremos ambientales).

Potencial biótico

- Los bancos de semillas y demás mecanismos locales de regeneración han sido destruidos en la mayor parte de las áreas por un largo historial de tensionantes crónicos agropecuarios y urbanos.
- Los pocos bancos de semillas (semillas dormantes en el suelo) corresponden en su mayoría a malezas (introducidas desde la Colonia) y especies oportunistas de páramo y subpáramo.

- Los remanentes de vegetación leñosa (matorrales, rastrojos y bosques) se concentran en escarpes, cañadas y cordones riparios.
- Algunos elementos antrópicos como potreros arbolados, campos en barbecho, cercas vivas, acequias y cordones ruderales (a lo largo de vías), contribuyen a la conectividad.
- Los jardines rurales y suburbanos pueden contribuir al aislamiento o a la conectividad, dependiendo de su manejo.
- La fauna nativa de dispersores ha sufrido un largo y avanzado proceso de extinción regional (que continúa).
- Algunos ecosistemas pueden considerarse como preadaptados a la fragmentación, como es el caso del páramo y subpáramo, que evolucionaron en condiciones de insularidad intermitente a través de todo el Pleistoceno. En esta flora abundan los mecanismos de dispersión por medios físicos y de largo alcance.

Potencial sociodinámico

- La urbanización dispersa en el área rural ("chaletización") tiene, en sus primeras etapas, un efecto positivo de conservación de los fragmentos nativos y regeneración de elementos conectivos.
- Algunos elementos de la cultura rural de manejo son favorables a la conectividad (cercos vivos, nacederos, acequias, potrero arbolado, huerto tradicional, etc.).
- Avance en las normas y mecanismos institucionales para su cumplimiento, sobre áreas protegidas, rondas hídricas, ordenamiento, etc., a nivel nacional y distrital.
- Aumento en la conciencia ambiental de la población distrital rural y suburbana.
- Auge de organizaciones comunitarias y no gubernamentales como cogestores ambientales.
- Consolidación institucional y jurídica de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil.
- Adopción del Plan de Manejo de Ecosistemas Estratégicos como componente ambiental rural del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital.

Factores limitantes

- Los factores limitantes corresponden a los descritos en las generalidades, al

inicio de esta sección.

- Cabe destacar el papel que juega en la fragmentación el doble seguro edafo-atmosférico (ver cuadro de Alteración Mesoclimática, 17).

Factores tensionantes

- Desforestación para ampliación de cultivos y pasturas. Creciente.[3]
- Establecimiento y mantenimiento de coberturas vegetales artificiales, creando una matriz de baja conectividad y baja permeabilidad al tráfico de propágulos y dispersores. Creciente y fácilmente reversible. [3]
- Expansión de la urbanización y la infraestructura vial. Creciente y definitiva. [2,3]
- Pastoreo en la matriz alterada e intromisión del ganado en los fragmentos, manteniendo e incrementando la fragmentación y el clareo paulatino de los fragmentos. Creciente y continua. [3]
- Incendios forestales en los relictos de las laderas medias (Tunjuelo y Cerros Orientales) y quemados de verano sobre pajonales en el límite superior del bosque. Periódica y consuetudinaria. [3]
- Explotaciones mineras a cielo abierto (canteras) creando franjas extensas de alto efecto de aislamiento (mínima permeabilidad al tráfico de propágulos y dispersores). Local y altamente irreversible. [2,3,4]
- Extinción regional de la fauna dispersora. Creciente y difícilmente reversible. [5]
- Entresaca selectiva de maderas, alterando la composición de los fragmentos y vulnerando su estructura al clareo. Constante y creciente. [3]

Interacción tensionantes – limitantes

- La fragmentación aumenta la alteración microclimática (destrucción del mesoclima forestal y paramización) y ésta refuerza la fragmentación al obstaculizar la regeneración.

Alteración

- La desforestación se acentúa en la franja de pie de ladera (mayor oferta ambiental – aptitud agrológica), creando una gran discontinuidad de la ecoclina entre las laderas y los fondos de valle y altiplano.
- En general, la alteración antrópica se acentúa en los cambios de pendiente, allí donde esta se rebaja, conformando extensas franjas de discontinuidad de

la ecoclina.

- Desaparición paulatina de los fragmentos, empezando por los tipos de vegetación sucesionalmente más avanzados. La decapitación progresiva de los seres disminuye el potencial de restauración a nivel local y regional, desestabilizando el sistema sucesional (erosión sucesional).
- La fragmentación unida a la entresaca selectiva, promueve un proceso de extinción regional, encadenando la desaparición de cada especie en un relicto a una disminución de su probabilidad de mantenimiento o restablecimiento en los otros.
- Desarticulación espacial de procesos ecológicos que requieren continuidad en la ecoclina (migraciones verticales, regulación del ciclo hidrológico, regulación geomorfológica o biostasis, etc.).
- Creación de gradientes abruptos de alteración (áreas de alta demanda de servicios ambientales, desconectadas y distanciadas de las áreas con oferta ambiental mejor preservada).
- La fragmentación del área rural y suburbana tiene un efecto total sobre el ordenamiento, al condicionar el crecimiento urbano periférico a una estructura fragmentaria y miniaturizada sin la macroestructura urbana que podría estar orientada por las áreas verdes.

Potencial de restauración

- El Plan de Manejo de Ecosistemas Estratégicos ha planteado una propuesta estructural, viable dentro de las condiciones y tendencias del ordenamiento espontáneo del área rural.
- La propuesta se basa en un gradiente de fragmentación – especialización de la periferia rural hacia el centro urbano, con áreas de preservación y restauración masivas y poco especializadas (con usos múltiples y conciliados) en las áreas menos alteradas y más distantes, pasando a áreas cada vez más pequeñas y especializadas (tratamientos específicos y estrictos de preservación y restauración) en forma de focos y corredores ajustados como red a la estructura suburbana y urbana en desarrollo, hacia el centro del Distrito.
- El objetivo es obtener un mosaico armónico rural y suburbano con niveles adecuados de balance, conectividad e integración entre compartimentos con distintos niveles de alteración/sucesión.
- A nivel local, la factibilidad de restaurar la conectividad entre fragmentos depende básicamente de las condiciones de manejo del medio entre ellos. El potencial es alto, si se considera que existen diversos tratamientos conciliables con usos rurales y suburbanos, que pueden establecer elementos conectores continuos (corredores) o discontinuos (estribones) entre los fragmentos.

Priorización

- Los considerandos de fragmentación y conectividad deben tener primer orden de prioridad dentro del ordenamiento y manejo de las áreas rurales del distrito, para darle sostenibilidad y cohesión orgánica al ecosistema urbano–regional.
- Todos los fragmentos de vegetación leñosa nativa y los páramos primarios (por encima del límite superior del bosque) deben ser preservados, dado el avanzado estado de fragmentación del área rural del Distrito.

Estrategias

- Partir de la preservación estricta de todos los remanentes de vegetación leñosa en el área rural, a través de la aplicación de acuerdos, incentivos y controles claros.
- Prevenir el ingreso de factores tensionantes tales como entresaca y pastoreo al interior de los relictos. El llenado de bordes (ver Tratamientos) y la restauración y protección de ecotonos son prioritarios, para prevenir la fragmentación creciente de los bosques y rastrojos remanentes.
- La estrategia básica de conectividad se basa en mitigar la artificialidad y hostilidad del medio entre los fragmentos, disminuyendo su efecto aislante.
- Donde el espacio entre fragmentos no pueda ser enteramente rehabilitado, deben establecerse los tratamientos de mitigación que concilien la conectividad con los objetivos de manejo de los sistemas rurales y suburbanos (agroforestería, jardinería amable, restauración de rondas, etc.).
- En cada proyecto de restauración deben incorporarse los corredores y estribones de dispersión ornitócora.
- Todo lo que se pueda hacer por proteger y enriquecer el hábitat de las aves dispersoras (pájaros, loros, guácharos), especialmente en los elementos necesarios para su reproducción y circulación a través del paisaje, es del mayor valor para la restauración de la conectividad de los ecosistemas altoandinos.
- Priorizar la conexión de parches correspondientes a distintas etapas sucesionales de la misma sere.
- El trabajo de educación ambiental y extensión del manejo sostenible debe orientarse hacia la creación de un medio rural y suburbano amable con la Naturaleza, de modo que fauna y flora puedan compenetrarse más con los espacios alterados y éstos no sean barreras tan marcadas entre los espacios silvestres conservados.
- El control al ordenamiento en el borde de expansión urbana debe girar en torno a una incorporación eficiente del arbolado rural y los fragmentos

silvestres, de modo que sirvan como eje del sistema de áreas verdes y guíen el ordenamiento de los sectores en vías de conurbación.

- Tanto la red de sustentación ambiental del área rural (Plan de Manejo de Ecosistemas Estratégicos) como la malla verde urbana (Programa de Arborización Urbana y Manual Verde) deben diseñarse procurando la máxima conectividad entre la vegetación leñosa rural, suburbana y urbana, mitigando la discontinuidad ambiental entre estas franjas de transformación



CUADRO XIV: EXTINCIÓN DE FLORA NATIVA

La alteración antrópica tiene efectos acentuados sobre ciertas especies, bien sea porque son menos resistentes a las transformaciones del medio, porque hacen parte de los ecosistemas más alterados (ej.: bosques de pie de ladera y colinas) o porque son objeto particular de prácticas de aprovechamiento no sostenible.

Esto lleva a vulnerar el valioso patrimonio florístico de Santa Fe de Bogotá. Algunas especies de árboles han sido llevadas a situaciones extremas, como en el caso del encenillo hoja de mirto, del cual quedan sólo seis individuos, paradójicamente amenazados por la creación del Parque Ecológico de San Rafael.

Muchas especies han ido desvaneciéndose del entorno bogotano, de modo tan inadvertido, que incluso han sido pasadas por alto por la mayoría de los estudiosos que han trabajado sobre la vegetación de la región (en la figura, a la derecha, individuo relictual de *Buddleja americana*, Usaqué).

Su desaparición, como la de cualquier elemento del paisaje, tiene dos formas: cultural y física. A medida que la fragmentación de la cultura rural progresa acoplada a la fragmentación del entorno natural, los conceptos que definen los elementos naturales y los valores tradicionalmente asociados a éstos, van desapareciendo más rápido que las especies mismas.

Una vez que el elemento natural (sea una especie vegetal) ha perdido su referente en la cultura, dentro de un paisaje totalmente humanizado, queda desconectado de la función antrópica y su conservación se hace totalmente incierta y eventualmente improbable.

Por tanto, la restauración de estos elementos debe ser tanto física como cultural, reintroduciéndolos en el ecosistema (dentro de la posición ambiental y sucesional que les corresponde) y dentro de la cultura, en pautas de percepción, valoración y manejo sostenible (en la figura a la izquierda, individuo relictual de *Polylepis cuadrijuga*, Sumapaz).

Dado el carácter de especies amenazadas y lo vulnerable de la situación de muchas de ellas, los tratamientos de preservación y restauración deben ser enfáticos, cuidadosamente controlados y llegar al nivel de individuos siempre se sea necesario.

Entre las especies que el Estudio Base de Restauración (DAMA – Fundación Bachaqueros) indica como amenazadas se cuentan:

- Aguacatillo (*Ocotea heterophylla*)
- Aguacatillo rojo (*Persea ferruginea*)
- Almanegra (*Buddleja americana*)
- Amarillos (*Nectandra* spp.)
- Arraclán (*Rhamnus pubescens*)
- Cedro (*Cedrela montana*)
- Chuwacá (*Prunus buxifolia*)
- Colorado (*Polylepis cuadrijuga*)
- Encenillo bogotano (*Weinmannia bogotensis*)
- Encenillo de hoja ancha (*Weinmannia karsteniana*, W. Valbisiana)
- Encenillo de hoja gruesa (*Weinmannia auriculífera*)
- Encenillo de hoja redonda (*Weinmannia rollotii*)
- Encenillo hoja de mirto (*Weinmannia myrtifolia*)
- Hueso (*Myrcia dugandii*)
- Ilex (especies de porte arbóreo)
- Laurel dorado (*Ocotea sericea*)
- Palma de cera (*Ceroxylon andicola*)
- Palma sarro o boba (*Alsophila frigida*)
- Pino romerón (*Podocarpus oleifolius*)
- Rodamonte (*Escallonia myrtilloides*)
- Susca (*Ocotea calophylla*)
- Symplocos (especies de porte arbóreo)
- Tuno gigante (*Miconia cundinamarcensis*)

- Tuno roso (*Axinaea macrophylla*, *A. scutigera*)

Entre estas especies algunas son raras, otras se encuentran en vía de extinción local, otras de extinción distrital o total. Otras se han enrarecido muy por debajo de su abundancia histórica.

Obviamente, en las áreas donde el deterioro del ecosistema está más avanzado, la lista se ampliaría. Al norte de Ciudad Bolívar, por ejemplo, una especie tan abundante como el tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*) ha llegado virtualmente a desaparecer, al punto que es motivo de admiración quien aún tiene un cabo o un bastón de esta madera.

Condiciones físicas básicas

- Para cada especie cuentan condiciones físicas distintas, de acuerdo con su rango y su óptimo ecofisiológico dentro de la ecoclina.

Oferta ambiental

- En algunos casos aunque la especie ha venido desapareciendo, el ambiente que le es propicio se ha mantenido en una extensión importante, lo cual hace más factible su reintroducción.
- En otros casos, la especie ha desaparecido conjuntamente con el ecosistema del que hacía parte. En estos casos no sólo se pierden comunidades completas de especies, sino que se alteran profundamente las condiciones físicas y el funcionamiento total del ecosistema haciendo más difícil la restauración de uno de sus elementos, como en el caso de la especie amenazada.
- El principal caso de extinción masiva, a nivel de comunidad vegetal completa, es el de los bosques de pies de ladera y colinas, alrededor del altiplano bogotano. Aunque quedan algunos cedros, arrayanes, salvios y almanegras aislados, el ecosistema como tal desapareció.

Potencial biológico

- En estos casos, cada individuo relictual cuenta, como fuente de semillas para la restauración.
- Los relictos de vegetación conteniendo estas especies, son de gran valor, como rodales semilleros y como modelos para la restauración del hábitat particular de cada especie amenazada.
- En muchos casos, es preciso evaluar el estado de conservación de la fauna dispersora asociada y el grado de especificidad de la relación entre la especie vegetal amenazada y la animal que la dispersa. En el caso de palmas y Lauráceas, la dependencia de loros y guácharos puede ser clave.
- El efecto de la desaparición de la mastofauna altoandina (pequeños,

medianos y grandes mamíferos) sobre la dispersión y mantenimiento del hábitat de determinadas especies vegetales, está aún por ser investigado.

- Las condiciones físicoquímicas y especies de hongos involucradas en la micorrización de las especies amenazadas de árboles se desconocen. Sin embargo, puede asumirse que su reintroducción depende en buena medida de la adecuada preparación biológica del sustrato y la inoculación de tierra y semillas con las micorrizas específicas. Puede decirse que cada árbol debe ser preservado y rescatado junto con su hongo simbiote.

- El potencial biológico es un factor crítico en el rescate de una especie vegetal, dada su estrecha interacción con otros organismos. Estas poblaciones vegetales no pueden desaparecer o restablecerse como unidades aisladas y modulares; son una porción de la red de la vida y su devenir está indisolublemente unido al de los insectos, aves, mamíferos y hongos que participan en sus procesos vitales.

Potencial sociodinámico

- Persistencia de prácticas de aprovechamiento no sostenible.
- Desaparición de conceptos y valores asociados a las especies amenazadas, partiendo de su identificación misma.
- Interés creciente entre la población urbana y suburbana por la conservación de la biodiversidad.
- Interés en el enriquecimiento del arbolado urbano y suburbano con especies nativas.
- Fortalecimiento normativo e institucional de la gestión ambiental del Distrito.
- Multiplicación de los viveros privados y diversificación de las líneas de producción.
- Alto interés en la jardinería suburbana.
- Apego a elementos naturales vinculados a la tradición rural. Los que aún recuerdan valoran mucho el tener un árbol de una especie hoy rara, pero abundante en su memoria.
- Prácticas religiosas tradicionales, en el caso de la palma de cera, cuyos juveniles son anualmente depredados para el Domingo de Ramos.

Factores limitantes

- Pérdida de poblaciones animales y microbianas asociadas.

- Desaparición de condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento y reproducción de las poblaciones amenazadas.

Factores tensionantes

- Entresaca selectiva (cercos, cabos, tutores, construcción, enchapes, leña, ramos santos). Periódica y consuetudinaria. [3]
- Desforestación por expansión de cultivos y pasturas. Creciente. [3]
- Destrucción del hábitat de la flora (extinción a nivel de comunidades y ecosistemas completos). Creciente y difícilmente reversible. [2,3]
- Clareo de los rodales relictuales por incursión del ganado a su interior. Continuo y creciente. [3]
- Presión de caza y destrucción de hábitat de la fauna dispersora. Creciente y localmente agudo. [5]
- Alteración profunda de los suelos. Probable pérdida de condiciones para las micorrizas específicas. Creciente y difícilmente reversible. [2,4]

Interacción tensionantes - limitantes

- La desaparición gradual de la especie forestal amenazada retroalimenta la de la biota asociada (microbios y fauna).

Alteración

- Pérdida de biodiversidad y empobrecimiento de la estructura de las comunidades vegetales.
- Desarticulación funcional de la red trófica a través de las poblaciones microbianas y animales asociadas a las especies en vía de extinción.

Potencial de restauración

- Varía de una especie a otra, dependiendo de la oferta de hábitat para su reintroducción y la disponibilidad de las relaciones biológicas de las que depende para completar su ciclo vital.
- Es realmente difícil evaluar con certeza el potencial de restauración de las poblaciones forestales amenazadas, dado nuestro escaso conocimiento de su historia natural. Sin embargo, puede estimarse que sería muy raro el caso de la especie que no pudiera repoblarse.

Priorización

- Dada la irreversibilidad de la extinción, este cuadro de restauración es de máxima prioridad. Es una enorme responsabilidad con la historia y las futuras generaciones, el mantenimiento de todas las poblaciones biológicas que nos acompañan en el viaje de la biosfera a través del tiempo.
- La priorización debe ir en el orden de la amenaza de extinción a nivel total, nacional, distrital y, por último, local.

Estrategias

- El rescate de estas especies debe hacer parte de una estrategia cultural educativa y divulgativa, haciendo de ellas elementos de reconocimiento de los valores de la biodiversidad y la conservación.
- Preservación de rodales relictuales de especies amenazadas.
- Restauración de bordes y ecotonos de los rodales relictuales. Prevención del acceso del ganado al interior de los rodales.
- Ubicación y preservación de rodales propicios para la reintroducción de especies amenazadas.
- Protección especial de individuos únicos.
- Conexión de individuos únicos, rodales relictuales y rodales propicios a la red de corredores y estribones de dispersión.
- Inclusión de las especies amenazadas en todos los programas y proyectos de viverismo, revegetalización y arborización, tanto en el área rural como en la urbana.
- Reintroducción de cada especie en rodales correspondientes a su posición ambiental (segmento en la ecoclina) y la etapa sucesional propia de su subpoblación juvenil (tipo de vegetación en que suelen encontrarse sus juveniles).
- Investigación prioritaria en la historia natural de cada especie amenazada, con énfasis en condiciones de dispersión, germinación, micorrizas y fauna asociada.
- Educación y extensionismo ambiental orientadas a modificar las pautas de manejo negativas sobre las especies amenazadas.
- En muchas regiones, de acuerdo con la Iglesia, ha sido ensayada con éxito la sustitución de la palma por un arbolito que se bendice en la eucaristía y se planta ceremonialmente en las rondas y nacederos de la comunidad. La práctica se refuerza con la asociación del agua bendita a la bendición del agua en las fuentes abastecedoras, el mesías agua de vida, fuente de salvación, etc.



CUADRO XV: REDUCCIÓN DE HÁBITATS PARA LA FAUNA NATIVA

Si bien la vegetación es "la matriz estructural y funcional de los ecosistemas terrestres", la fauna es componente esencial de todos los ecosistemas. Sería falso suponer que pudieran restaurarse sólo los elementos vegetales y que éstos pudieran reconstruir los ecosistemas como yermos verdes desprovistos de garras, plumas, zumbidos y aleteos. Sólo una vegetación muy magra (prácticamente un desierto) podría desarrollarse sin el aporte que invertebrados y vertebrados hacen a la formación del suelo, el reciclaje de la materia orgánica, la polinización, la dispersión de las semillas y el control de las poblaciones vegetales por medio de la herbivoría en todas sus formas.

En particular, debemos decir que el bosque altoandino y el subpáramo son ecosistemas cuya regeneración depende en su mayor parte de las aves. Varias de las familias vegetales que mayor participación tienen en los procesos de autoreparación de matorrales y rastrojos, son típicamente ornitócoras (Melastomataceae, Ericaceae, Myrsinaceae, Lauraceae, Rosaceae). Desde el páramo hasta el bosque de alisos abundan los casos de relaciones específicas planta–animal.

De hecho, el patente empobrecimiento de la cobertura vegetal en gran parte de los alrededores bogotanos puede deberse en gran medida a la defaunación del área rural, tras siglos de caza, deforestación y otras perturbaciones.

Las especies grandes y medianas como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el venado coliblanco (*Odocoileus virginianus*), el venado soche (*Mazama rufina*), la danta de páramo (*Tapirus pinchaque*), el borugo (*Agouti takzanowskii*) y el conejo de monte (*Silvilagus brasiliensis*) tienen relaciones estrechas con determinadas especies y comunidades vegetales. Los efectos de su virtual desaparición de extensas porciones de sus areales originales, están sin evaluar. Algunos, como las ardillas y los borugos, pueden ser considerados verdaderos reforestadores de profesión, dado su hábito de enterrar más semillas que las que logran recordar y desenterrar.

Que la existencia de las ciudades y la conservación de la fauna silvestre sean dos realidades mutuamente excluyentes es una situación lamentable e innecesaria de la que participa Santa Fe de Bogotá, a diferencia de muchas grandes urbes del mundo.

De hecho, uno de los mejores indicadores de civilización es el grado de compenetración y convivencia entre hombres y animales. La escasa fauna urbana, suburbana y rural de Santa Fe de Bogotá, refleja lo hostil de sus procesos de ocupación y urbanización.

Como se enunció en el caso de las especies vegetales amenazadas, el objetivo de manejo dentro de este cuadro de restauración es el restablecimiento de las especies animales en la estructura y función del ecosistema antrópico, recuperando su valencia dentro de los procesos y formas tanto de la cultura como del paisaje.

En este cuadro, la inseparable restauración de Naturaleza y cultura es especialmente evidente. Es imposible restablecer la fauna o cualquier otro atributo ecosistémico, sin sanear los procesos que han llevado a su pérdida y mantenido su ausencia. Restaurar plantas, animales o suelos, sin trabajar la cultura de relación hombre–Naturaleza es tan necio como liberar venados en los Cerros Orientales de buenas a primeras.

Algunas especies son más carismáticas que otras. Mientras unas se venden solas, otras requieren un esmerado manejo de imagen. Las más carismáticas tienen el valor adicional de servir como símbolo para procesos de educación ambiental, defensa de la biodiversidad y restauración. Si la cara es bonita, la pueden sacar por todas las demás.

Tal puede ser el caso de las aves, la fauna más popular y fácil de observar. El trabajo de la Asociación Bogotana de Ornitólogos y otros grupos de aficionados a las aves, es un modelo y un indicador del potencial que la fauna urbana, suburbana y rural del distrito tiene como recurso para la educación y la recreación.

Aunque el Protocolo Distrital de Restauración no es el espacio para desplegar un manual de manejo de vida silvestre, es indispensable incluir algunos puntos básicos para la restauración de hábitats y refaunación, máxime dado el poco desarrollo que el tema ha tenido en el país y en la región (aparte de experiencias aisladas del Inderena, el proyecto Cóndor y el proceso heroico de la WSPA en Colombia).

Los proyectos de manejo de fauna silvestre son los más exigentes en continuidad. Por esto, la disponibilidad a largo plazo, de terrenos y fondos, muchas veces sólo se garantiza en entornos institucionales muy peculiares o en pequeñas experiencias privadas (iniciativas de la sociedad civil). En el momento de elaboración del presente Protocolo, cursa en el DAMA un proyecto institucional de manejo de fauna silvestre altoandina, con énfasis en especies promisorias como el borugo de páramo.

Condiciones físicas básicas

- Las descritas en las generalidades, al principio de la sección.
- La movilidad le confiere a la fauna una mayor adaptabilidad, en general, que la de las plantas. Los animales pueden ajustar su adaptación, aún en áreas muy alteradas, desplazándose a través de distintos ambientes con ofertas complementarias de recursos. Para ello, obviamente, necesitan poder desplazarse a través del paisaje, lo que hace de la circulación un requisito vital de su preservación y restauración.

Oferta ambiental

Cada especie animal tiene distintas demandas con respecto a su entorno, requiriendo distintos recursos para el cumplimiento de cada una de sus funciones y etapas vitales.

La restauración de cada población animal en particular, debe partir de la preservación y restauración del mosaico de elementos y ambientes que componen su hábitat, teniendo en cuenta sus necesidades de:

- Agua: todos los animales requieren agua en diferentes cantidades. La restauración debe garantizar su acceso a ella.
- Forrajeo: ambientes y plantas que proveen alimento a ella o a sus presas. Aquí debe tenerse en cuenta la distribución espacio-temporal de la oferta alimentaria, de modo que la población objeto pueda balancear su dieta con

distintas especies en distintos ambientes y que disponga de alimento a lo largo de todo el año.

- Refugio: sitios, topografías y tipos de vegetación que le sirven como abrigo para descansar y ocultarse del hombre, depredadores y la intemperie, así como los oteros desde los cuales puede vigilar su territorio o su nido.
- Reproducción: sitios para cortejo, apareamiento, puesta y nidación. Cuenta también la disponibilidad de materiales o elementos específicamente empleados para el cortejo o la nidación (señuelos, obsequios, adornos, fibras, etc.).
- Desplazamiento: corredores y estribones a través de los cuales el animal puede hacer sus desplazamientos diarios o estacionales. La fauna andina frecuentemente presenta migraciones verticales (a través de distintas altitudes o aguas arriba y abajo). Aquí cuentan también los hábitats que sirven de estación a poblaciones migratorias.
- Segregación subpoblacional: ambientes y recursos empleados por distintas subpoblaciones (hábitat de juveniles, estados larvarios, etc.).

Potencial biótico

- Aunque el potencial biótico es, a ojos vista, limitado, subsiste más fauna que la aparente. La modificación de la conducta forzada por el hombre y la inaccesibilidad de los relictos que les sirven de refugio, hacen menos conspicua la fauna sobreviviente y más dura su supervivencia.
- Los pequeños y medianos animales del suelo (micro y mesofauna edáfica) se han conservado en muchos de los fragmentos de bosque y rastrojo. Sus principales enemigos son la erosión, la deforestación y el establecimiento de coberturas vegetales hostiles (cultivos agrícolas y forestales industriales).
- La herpetofauna (anfibios y reptiles) está medianamente bien conservada, dependiendo marcadamente de la conservación de los distintos tipos de humedales. Hasta la más pequeña charca o turbera cuentan para la supervivencia de estos organismos.
- La rica avifauna que aún se conserva en el Distrito Capital, es muestra no sólo de la adaptabilidad de este grupo, sino también de lo abundante que debió ser en un principio. Sin embargo, se registran ya varias extinciones y varias especies endémicas hacen fila para convertirse en dolorosos recuerdos.
- La mastofauna es el elemento más golpeado, en gran medida por la proximidad de su nicho ecológico al del hombre y sus animales domésticos. Las poblaciones remanentes de muchas de estas especies están por censarse. Aparte de algunas pequeñas poblaciones de micromamíferos en las áreas suburbanas, el principal potencial radica en la conexión ecológica del Teusacá y Sumapaz a los corredores ecológicos del Oriente Cundinamarqués y la Orinoquia.

- La refaunación requerirá indudablemente la obtención y manejo de poblaciones parentales iniciales, en zonas donde las especies han desaparecido por completo.
- Individuos de procedencia desconocida (como los recogidos en decomiso) no son aptos para reintroducción en áreas ya habitadas por la especie (u otras epidemiológicamente afines), a no ser bajo estricto control previo zoosanitario.

Factores limitantes

- El principal factor limitante para la refaunación es la disponibilidad de hábitats específicos. Por otra parte, un limitante para la restauración de algunos hábitats es la disponibilidad de la fauna asociada. Esto impone la necesidad de procesos integrales de restauración de fauna – flora – entorno.
- El mayor factor limitante es la actitud cultural de la población rural y suburbana hacia la fauna. Es preciso abonar este terreno con una eficaz educación ambiental y medidas de control ("enforcement"), asumiendo la restauración cultural como prerrequisito de la restauración física de la fauna.

Factores tensionantes

Por su posición trófica, la fauna refleja y sintetiza la mayor parte de los tensionantes ambientales. Los de mayor frecuencia recaen directamente sobre fauna y vegetación (tensionantes leves 3 y 5).

- Generales:, reducción, fragmentación y deterioro cualitativo de hábitats por deforestación, fuego, expansión de agricultura y pastoreo y urbanización. Molestias por ruido, tráfico de vehículos, personas y animales domésticos.
- Mastofauna (mamíferos): caza, predación por animales domésticos, atropellamiento.
- Avifauna: caza, predación por animales domésticos, contaminación ambiental (especialmente sensibles a los agroquímicos). Un fenómeno particular es la afectación negativa de ciertas especies de aves por la intensificación de relaciones de parasitismo de nidación, presión de competidores oportunistas y predación de nidadas, como resultado de alteración antrópica del hábitat, favorable a especies oportunistas (ej.: *Turdus fuscater*, *Molotrus bonariensis*).
- Herpetofauna (anfibios y reptiles): desecación, contaminación hídrica, atropellamiento, eliminación por falsas creencias.
- Entomofauna: los insectos y en especial ciertos grupos como las mariposas y polillas (Lepidópteros), son especialmente sensibles a la polución atmosférica, los agroquímicos y la desaparición de plantas específicas o pequeños rodales (abundan los microendemismos, especies que sólo habitan en extensiones muy reducidas).

Interacción limitantes – tensionantes

- La desaparición paralela de plantas y animales asociados representa un grave peligro para su conservación, máxime cuando estas simbiosis son específicas y estrictas (cada participante es indispensable e irremplazable).
- La desaparición de la fauna en el paisaje, seguida de la desaparición en la cultura, hace que la fauna reintroducida llame la atención. Sólo una intensa educación puede preparar la actitud para que esta atención se oriente positivamente hacia la conservación (ver y no tocar).

Alteración

- La desaparición de los hábitats y la de la fauna son manifestaciones del desmontaje completo de los ecosistemas.
- La alteración representa el efecto extenso de un régimen crónico de tensionantes leves (remoción de organismos).

Potencial de restauración

- Siempre que la especie no se halla extinguido por completo y no se hayan perdido irreversiblemente elementos críticos de su hábitat, la restauración es factible.
- Los principales condicionantes son culturales e institucionales.

Estrategias

- Dado el tipo de alteración, la estrategia general es la reducción de los tensionantes y la reintroducción de plantas y animales asociados.
- Investigación de la historia natural de las especies a repoblar, con énfasis en sus requerimientos de hábitat.
- Educación ambiental para la participación comunitaria en la preservación de la fauna reintroducida.
- Desarrollo de imágenes de reconocimiento (personajes simbólicos) alrededor de fauna carismática y las especies más amenazadas (ej.: endemismos).
- Restauración con énfasis en elementos claves del hábitat (mencionados arriba en oferta ambiental).
- Corredores y estribones de dispersión.
- Énfasis en la conexión al oriente cundinamarqués (Teusacá, San Cristóbal y

Sumapaz).

- Restauración de corredores ecológicos a través de la ecoclina vertical.



CUADRO XVI: FALTA DE ESPACIOS NATURALES AUTÓCTONOS PARA EDUCACIÓN Y RECREACIÓN

A medida que la ciudad se expande sobre las áreas rurales, incorpora el espacio en distintos patrones, de acuerdo con el ordenamiento espontáneo de cada frente de urbanización.

Algunos de estos patrones presentan rasgos urbanísticos y ambientales muy inconvenientes, como la destrucción del arbolado rural y de remanentes de ecosistemas naturales, paralela a una baja incorporación de zonas verdes y espacios públicos.

El ordenamiento de los nuevos sectores urbanos en el borde de expansión requiere una incorporación planificada de los elementos naturales, de modo que sirvan como elementos de sustentación ambiental dentro del mosaico urbano y como estructura guía del ordenamiento urbano desde el inicio del proceso de conurbación.

Por otro lado, es preciso crear áreas para la educación ambiental y la recreación, en la periferia urbana, como medio de apropiación de los valores ambientales del área rural por parte de la población total del Distrito.

Muchas de estas áreas pueden surgir como Reservas Naturales de La Sociedad Civil (Ej.: Parque Museo del Páramo) o como áreas protegidas del Distrito, propuestas y cogestionadas por organizaciones no gubernamentales (Ej.: humedales como La Conejera y Juan Amarillo, cerros como el Parque Entrenubes).

Las áreas verdes periurbanas deben servir como interfase educativa que oriente todas las actitudes y funciones urbanas, suburbanas y rurales hacia una simbiosis hombre – naturaleza. Estas áreas deben convertirse en generadoras de la cultura de sostenibilidad que sustente el ordenado desarrollo del Distrito.

Condiciones físicas básicas

- Se cumplen las expuestas en las generalidades, al principio de esta sección.

Oferta ambiental

- El Distrito cuenta con numerosos fragmentos de sistemas naturales en el área rural, de distintos tipos de ecosistemas, en diversos estados de conservación y con distintas condiciones de accesibilidad.
- Además de los espacios silvestres, los mismos espacios agropecuarios representan una oferta de zonas verdes y de contacto con la Naturaleza en su forma domesticada.

Potencial biótico

- La biodiversidad de muchas de las áreas cercanas a la ciudad es sorprendentemente elevada, representando un elevado potencial para la investigación, la educación ambiental y la recreación pasiva.
- La diversidad de flora y fauna de las áreas rurales constituye una reserva de herramientas para el manejo de la arborización y las zonas verdes urbanas y suburbanas y para el proceso de adaptación de fauna urbana y suburbana.

Potencial sociodinámico

- Alta demanda de espacios públicos y zonas verdes.
- Alta demanda de espacios y servicios de educación ambiental.
- Creciente sensibilidad a la calidad ambiental y servicios ambientales.
- Creciente interés en el conocimiento y manejo de la biodiversidad nativa.
- Políticas de ordenamiento distrital tendientes a la estabilización y consolidación de la interfase suburbana.
- Política de ordenamiento distrital basada en el aprovechamiento de los valores ambientales y agropecuarios del área rural por parte del desarrollo urbano.
- Prioridad distrital en la creación de Parques y zonas verdes.

Factores limitantes

- Elevado costo de la tierra en áreas periurbanas.
- Alta fragmentación de la tenencia, dificultando la negociación de predios o control del manejo y el ordenamiento en áreas suburbanas.
- Limitados recursos administrativos y técnicos para el control del ordenamiento espontáneo del borde de expansión.
- Desarrollo aún incipiente de la cultura de apropiación y uso público de las zonas verdes.
- Falta de sustento y claridad técnica en los fundamentos y objetivos de manejo de los parques distritales, en especial en lo referente a la conciliación de objetivos de uso y conservación. Abundan los enfoques reduccionistas y la falta de integración y priorización de criterios y propósitos.

- Falta de desarrollo conceptual y técnico en torno a los fenómenos y espacios suburbanos. Lo suburbano aparece siempre como apéndice de lo rural o lo urbano o, máxime, como área de transición temporal a la urbanización, no como opción de vida y franja con características y funciones propias dentro y fuera del distrito, como una orla que engloba parte de las áreas rurales distritales y varios municipios vecinos.

Factores tensionantes

Muchos de los tensionantes presentan una dinámica compleja, de tipo cultural e institucional, con profundas repercusiones sobre la alteración de los ecosistemas del área rural, afectando toda la estructura y función desde las fuentes y entradas mismas de energía, hasta la destrucción de suelos y organismos (tensionantes severos 1 y 2, tensionantes leves 3,4 y 5).

Se trata, por ende, de un problema de ordenamiento, el más complejo: el manejo sostenible de la mayor alteración antrópica del paisaje, como lo es la urbanización.

La lista de tensionantes que impiden una correcta apropiación de espacios naturales del área rural al ordenamiento urbano, es casi interminable. Sin embargo, en orden aproximado de severidad decreciente pueden mencionarse los siguientes:

- Falta de criterios, normas y herramientas eficaces para el control de la expansión urbana desordenada. [2].
- Falta de coordinación interinstitucional para la atención y dotación de las áreas de expansión urbana. [2]
- Falta de conceptualización y valoración de los elementos naturales nativos, que permita orientar y optimizar el aprovechamiento educativo y recreacional de los espacios naturales. [2]
- Fuerte presión de expansión por inmigración (en su mayoría población desplazada por la violencia en todo el país). Creciente. [2]
- Introducción de conceptos, valores y funciones urbanizantes por parte de la población suburbana en las áreas rurales. Creciente. [2]
- Degradación severa de los espacios rurales por manejo agropecuario insostenible, con la consecuente pérdida de valor rural y ambiental y exposición a la ocupación urbana desordenada de menor valor agregado a la tierra. Creciente. [2]
- Falta de guías técnicas para la urbanización de espacios naturales y manejo de áreas verdes de la ciudad. [2]
- Pobre desarrollo conceptual y metodológico del tema del ordenamiento, en desproporción a la complejidad del mismo en el caso bogotano. [2]
- Dinámicas sociales consuetudinarias de urbanización pirata, clandestina o

pobremente diseñada. Creciente. [2]

- Sustitución de la red natural de sustentación ambiental (servicios ambientales de los ecosistemas y microcuencas locales) por una red artificial (servicios públicos), acarreando pérdida de valor y eventual deterioro de los elementos naturales (ej.: microcuencas abastecedoras que con la conexión a acueductos locales y distritales se abandonan y convierten en cloacas).

Creciente. [2]

- Establecimiento agresivo de plantaciones forestales exóticas, canteras, tugurización, contaminación y, en general, todas las situaciones presentadas en los demás cuadros de restauración de esta sección. Creciente. [2]

Interacción tensionantes – limitantes

- La ignorancia de los valores ambientales y del potencial de los elementos rurales y naturales para la orientación y enriquecimiento del ordenamiento urbano, lleva a su destrucción. La destrucción contribuye a su desconocimiento. Este círculo vicioso acopla el empobrecimiento de la cultura al empobrecimiento del entorno, progresando hasta situaciones de máxima degradación de ambos (barrena cultural–ambiental o "inercia de inodoro").

- La ignorancia de los elementos e interrelaciones del ordenamiento espontáneo y de los ecosistemas de las áreas rurales tiene mayores repercusiones cuando se da a nivel técnico y político en las instituciones.

- Los elementos de análisis revelan dos situaciones de fondo: por una parte, escasa comprensión del ordenamiento y la urbanización y, por otra, escaso conocimiento de los elementos y procesos de las áreas rurales y silvestres del Distrito, tanto por los administradores como por la ciudadanía en general.

Alteración

- Dada la complejidad e intensidad de los tensionantes involucrados y los profundos efectos de transformación del ecosistema, la alteración puede calificarse como un deterioro complejo, llegando a extremos de degradación. Lo último se aprecia en la clara pérdida del potencial educativo, recreativo, de ordenamiento y servicios ambientales, que la urbanización desordenada del área rural acarrea al Distrito de modo prácticamente irreversible.

- La tendencia es creciente. De hecho, la degradación misma de la oferta ambiental suburbana, promueve la incorporación de nuevas áreas rurales al proceso urbanizador, en una dinámica de franjas concéntricas de alteración creciente, cada una de las cuales crea las condiciones para que la siguiente rueda sobre ella (silvestre – rural – suburbano – urbano subnormal – urbano consolidado).

- La dinámica del distrito tiene claras interdependencias con el ordenamiento espontáneo del país, siguiendo el ritmo de la violencia política, la crisis económica del agro y el desbalance rural/urbano colombiano.

Potencial de restauración

- Las condiciones ambientales, socioeconómicas, políticas e institucionales determinan un alto potencial para la estabilización y ordenamiento armónico de la franja suburbana y el borde de expansión, así como para la incorporación de espacios silvestres y agropecuarios del área rural a la oferta de espacio público del Distrito.
- La relación oferta ambiental del área rural / demanda ambiental urbana constituye una gran oportunidad de desarrollo turístico, recreacional y educativo para el Distrito.

Priorización

- La política de recuperación y ampliación del espacio público y consolidación de nuevos parques en el borde de expansión urbana es, de hecho, una prioridad del Distrito.
- La priorización de los distintos proyectos y áreas debe hacerse considerando sus valores intrínsecos, su contribución al control del ordenamiento efectivo del Distrito y la distancia al sector urbano.

Estrategias

- La ubicación de áreas claves de preservación y restauración y su vinculación a las categorías del SAP (Sistemas de Áreas Protegidas del Distrito) se presenta en el Plan de Manejo de Ecosistemas Estratégicos de las Áreas Rurales del Distrito Capital.
- Desarrollar las bases conceptuales, normativas y técnicas para el ordenamiento y manejo del área suburbana como una franja estable de conexión y transición espacial (no temporal) entre la urbana y la rural.
- Promoción de la creación de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, a través de incentivos, asistencia técnica y la consolidación de la Red Distrital, vinculada a la Red Nacional y coordinada con el SISADI (Sistema Agropecuario y Ambiental de las Áreas Rurales del Distrito Capital).
- Promoción masiva del ecoturismo.
- Educación para el aprovechamiento sostenible de las áreas verdes y áreas protegidas del Distrito.
- Promoción del desarrollo tecnológico del ecoturismo y la recreación, como línea fuerte de especialización funcional del Distrito Capital.
- Desarrollo de enfoques y diseño paisajístico y urbanístico que enfatizan la compenetración y simbiosis de elementos naturales y artificiales en las áreas verdes y el mosaico urbano en general.

- Paisajismo y manejo que concilien los requisitos de conservación de elementos vulnerables con los usos propios del espacio público.



CUADRO XVII: ALTERACIÓN MESOCLIMÁTICA

La alteración extensiva de la cobertura vegetal acarrea la expansión de condiciones físicas y bióticas de las franjas altitudinales superiores sobre las inferiores.

La expresión más extensa de este fenómeno en el área rural del Distrito es la paramización secundaria, consecuencia de la deforestación y destrucción del mesoclima forestal.

La disminución de la biomasa vegetal y la regulación forestal tiene efectos principales en la disminución de la temperatura media y del balance hídrico, así como en el aumento de las oscilaciones de temperatura y humedad.

El cambio extensivo de coberturas forestales (frías) por herbáceas o sustratos desnudos (mucho más cálidas) acarrea una disminución de la precipitación coadyuvada (condensación de rocío y nieblas bajas sobre el follaje y otras superficies), que es una parte importante de la entrada de agua a las cuencas altoandinas.

La alteración mesoclimática tiene una complicación adicional: la deforestación extiende las condiciones atmosféricas de las partes altas hacia las partes bajas, mientras que la adaptación de las especies vegetales se facilita hacia temperaturas más cálidas. Es decir, que mientras que las plantas se adaptan más fácilmente a condiciones de mayor temperatura que las propias de su rango altitudinal, la alteración mesoclimática las enfrenta a temperaturas más bajas.

Esto le da una clara ventaja competitiva a las especies oportunistas (prolíficas y con gran capacidad de dispersión) de las tierras altas, para colonizar áreas donde la perturbación de la cobertura original es lo suficientemente extensa como para ocasionar un cambio mesoclimático.

En el caso bogotano, puede apreciarse que la regeneración de pequeños parches en medio de masas forestales involucra especies y etapas distintas de la sucesión en zonas extensamente deforestadas, donde muchos pastos y arbustos del páramo y subpáramo ocupan ágilmente los terrenos de donde el bosque altoandino ha sido eliminado.

La alteración mesoclimática afecta, por supuesto, el funcionamiento y formación del suelo, por lo que la paramización secundaria involucra atmósfera, sustrato y vegetación. Esto da lugar a que la sucesión vegetal se desvíe y detenga en tipos correspondientes a páramo y subpáramo secundarios (formas simplificadas de los primarios, dominadas por oportunistas). Este subclímax o sucesión detenida es, con frecuencia, muy estable, debido al fenómeno del doble seguro edafo-atmosférico: el mesoclima paramizado (más seco, más frío, más fluctuante) limita la producción vegetal y la adecuación del suelo por los aportes y protección de la vegetación; el suelo erosionado limita la producción primaria y la adecuación microclimática por el crecimiento de la vegetación. Se mantiene así un ambiente físico severo y elemental y una vegetación oportunista de subpáramo o páramo secundario.

La convivencia de los bogotanos, por generaciones, con un paisaje profundamente alterado, ha llevado a dos creencias erróneas: la primera, que los árboles nativos son los que se ven en los matorrales y rastros bajos o los bosques enanos, formados a raíz de la extensión del subpáramo secundario; la segunda, la consideración como páramos a conservar de los frondios pajonales de los vastos páramos secundarios que se han extendido a expensas del bosque altoandino. Realmente pocos bogotanos conocen la magnificencia del encenillal y mucho menos la majestuosidad de un bosque de chuacás, Lauráceas o cedros. Muchos de los páramos que algunos tratan de preservar, son realmente páramos secundarios, terrenos arrasados donde habría que restaurar el bosque altoandino.

Si el potencial biótico ha sido reducido hasta el punto en que los relictos de bosque son escasos y están muy distanciados entre sí, el restablecimiento del mismo es difícil y extensas zonas pueden quedar definitivamente convertidas en yermos como los que se encuentran en extensas áreas de Usaquén o la cuenca alta del Tunjuelo.

La sustitución de biomas forestales primarios por herbáceos secundarios es un efecto típicamente humano. La alteración antrópica tiene generalmente la huella de la disminución de la diversidad, la biomasa, la capacidad de regulación (homeostasis) y, lo que es más preocupante, el descenso del balance hídrico. El fuego, que es un elemento natural de los ecosistemas, se intensifica con la actividad y ocupación crecientes del hombre, lo que favorece la extensión de coberturas herbáceas preadaptadas al fuego, como los pajonales de páramo.

La secundarización antrópica implica generalmente algún grado de aridización. El bosque altoandino es reemplazado por páramos secundarios, pajonales que, de mantenerse los tensionantes, dan luego paso a eriales. Del mismo modo los bosques subandinos son reemplazados por pastizales y sabanas interandinas secundarias, y las selvas amazónicas por sabanas tropicales secundarias. De ahí la sentencia "la historia de las civilizaciones está precedida de bosques y seguida de desiertos".

Condiciones físicas básicas

- Las condiciones físicas corresponden a un corrimiento del gradiente ambiental, de modo que el mesoclima de páramo se extiende hacia altitudes inferiores, precedido del subpáramo.
- Esta extensión aparente se debe a la pérdida de regulación mesoclimática del bosque altoandino, debido a lo cual aumentan las fluctuaciones de temperatura y humedad, disminuye el balance hídrico y aumenta la incidencia de la radiación y el viento sobre el suelo.
- El encrudecimiento del clima afecta los procesos de formación del suelo, haciendo más lento el ciclado de nutrientes, con lo que eventualmente se depositan horizontes de un sustrato más afín al de páramo: con baja asimilación de materia orgánica.
- La erosión que sigue a la deforestación hace que se pierda la mayor parte del suelo forestal, con lo que queda un sustrato más inestable, mineral y superficial, más afín a los suelos de páramo.

- La acidez y las bajas temperaturas del suelo (especialmente en horas de la madrugada) dificultan la absorción del agua por las raíces, causando "sequedad fisiológica" (aunque haya agua, las plantas no la absorben fácilmente. Esto, más la baja disponibilidad de nutrientes y el efecto tóxico del aluminio (abundante en los suelos altoandinos), el cual se deja sentir más sin la amortiguación de la materia orgánica del suelo forestal, determinan el desarrollo de una vegetación micrófila (de hojas pequeñas) y esclerófila (hojas duras), típica del subpáramo y el páramo.

- La paramización se acentúa en los suelos rocosos y en las laderas y cuchillas con pendientes más fuertes, más expuestas al viento, la radiación y la erosión. Esto, conocido como efecto de cuchilla, puede determinar la aparición de vegetación de subpáramo muy por debajo de 2700 msnm.

- La paramización secundaria es, en síntesis, la creación de un ambiente elemental, gobernado por la inercia y la fluctuación del sol, el viento, el agua y los minerales brutos. La tierra ha perdido vida.

Oferta ambiental

- Los efectos de la paramización se acentúan en las partes altas, rocosas o pendientes fuertes y bien drenadas.

- Algunos micrositios conservan condiciones más moderadas y acumulaciones de materia orgánica y humedad: hondonadas, abrigos rocosos, grietas entre rocas, cañadas, márgenes de quebradas, rebajamientos de pendiente y relictos de vegetación leñosa.

- Es probable que el calentamiento global contribuya a atenuar los efectos de la paramización secundaria. El retroceso de los glaciares en las cumbres nevadas de Colombia hace pensar que podría darse un corrimiento florístico hacia arriba, allí donde el régimen de tensionantes antrópicos lo permita.

Potencial biótico

- Fragmentos de vegetación leñosa, que van desde relictos de bosque hasta parches de regeneración de matorral y rastrojo o individuos aislados, sirven de testigos de la composición florística original, así como de modelos y punto de apoyo para la restauración.

- La avifauna altoandina es rica en dispersores y muchas otras criaturas se han conservado discretamente atrincheradas (borugos, ardillas, etc.) de modo que una atenuación del régimen de tensionantes les daría la oportunidad de acelerar el proceso de regeneración del bosque y restauración del mesoclima. Cada uno recrea en su entorno lo que lleva en su interior: los animales del bosque recrean el bosque, así como los hombres crean pastizales y parques (recuerdo de su remoto pasado de sabanas) y los esclavos crean ciudades y desiertos (complejo babilónico).

Potencial sociodinámico

- Creciente interés en la protección del páramo. Aunque este interés frecuentemente se enfoca sobre páramos secundarios, en muchos casos su protección puede ser suficiente para garantizar la regeneración del bosque.
- Muy escaso conocimiento público del bosque altoandino y el subpáramo. Se confunden los ecosistemas y se desconocen las especies.
- Énfasis en la preservación y la creación de parques en el área suburbana y rural, como parte de la política de ordenamiento del Distrito.
- Preocupación creciente por el cambio climático y el suministro hídrico.

Factores limitantes

- Doble seguro edafotmosférico (descrito al principio del cuadro).
- Sequedad fisiológica.
- Incidencia incrementada de heladas de altura.
- Lento ciclado y baja disponibilidad de nutrientes.
- Fuertes fluctuaciones de temperatura, especialmente en y cerca de la superficie del suelo. Condición difícil para la germinación y la supervivencia de las plántulas.
- En general, los mencionados en las generalidades, al principio de la sección.

Factores tensionantes

Si bien el cuadro ha sido creado por un régimen crónico de tensionantes leves (siglos de fuego, desforestación, monocultivo y pastoreo), la modificación del mesoclima representa una profunda alteración de los flujos de agua y energía del ecosistema, un caso típico de tensionante severo (tipos 1 y 2).

- Descenso del balance hídrico complicado con sequedad fisiológica, afectando la productividad primaria (vegetal). [1-2]
- Aumento de las fluctuaciones de temperatura y excesos de radiación. [1]
- Exposición incrementada al viento.[1]
- Complicación con erosión severa, modificación físicoquímica y desestabilización del sustrato.[2]

Interacción tensionantes – limitantes

- Doble seguro edafoatmosférico (ver marco conceptual).

Alteración

- Alteración profunda del ecosistema. Dada la detención de la sucesión sobre extensas zonas secundarizadas, se trata de un deterioro extensivo. Desde el punto de vista de la pérdida de regulación climática y balance hídrico, puede considerarse como una degradación incipiente y generalizada, a partir de la cual distintas zonas pueden fácilmente avanzar en la pérdida de bienes y servicios ambientales.
- La tendencia es compleja, debido a la decadencia de la actividad agropecuaria en extensas zonas y la presión de conservación, sumadas al calentamiento global y la expansión urbana, es probable una reversión del enfriamiento mesoclimático. Sin embargo, aunque la temperatura aumente, es de prever que no lo hará la humedad. La predicción macro y mesoclimática es un campo supercomplejo y no contamos en este estudio con los elementos para abordarlo; sin embargo, puede plantearse como la tendencia más probable el tránsito a un clima más cálido, seco y variable.

Potencial de restauración

- La corrección de una alteración tan extensa y profunda es extremadamente compleja y difícil. Depende de grandes decisiones a nivel global, nacional y distrital, tanto como de multiplicidad de pequeñas acciones a nivel local e individual.

Priorización

- A pesar de lo anterior, desde la perspectiva del Distrito, la prioridad debe ser puesta en la gestión de la cobertura vegetal total, de modo que se controle la aridización y se garantice el clima más fresco y húmedo posible, en pro de un balance hídrico más alto y constante.

Estrategias

- Prevención de la deforestación. Todo remanente de vegetación leñosa en el Distrito debe ser preservado.
- A nivel local, la estrategia apropiada para romper el doble seguro edafoatmosférico y revertir la paramización secundaria en microcuencas y predios, consiste en la combinación de barreras contra viento y heladas (modificación mesoclimática) y plantación de precursores leñosos (sobre pastizales y pajonales) e inductores preclimáticos (en matorrales y rasgtrijos bajos) al abrigo de las barreras, escogiendo aquellas especies características de las seres de ascenso del límite superior del bosque (ecotono encenillal-subpáramo), como Ericáceas, Asteráceas y Myrsináceas, entre otras.
- La paramización a nivel del suelo pueden compensarse con tratamientos edáficos puntuales de apoyo a la revegetalización (cocteleado, quema de

fertilización, fertilización estratégica, etc.).

- A nivel regional, se debe procurar la maximización de la cobertura forestal del Distrito, tanto urbana como suburbana y rural.
- Es necesaria la divulgación masiva del conocimiento sobre los ecosistemas altoandinos de bosque, subpáramo y páramo, a toda la población distrital.
- Incorporar como prioridad y línea de la gestión ambiental del Distrito Capital, las directrices y convenciones de Implementación Conjunta del Cambio Climático Global, en coordinación con el Ministerio del Medio Ambiente.



CUADRO XVIII: DESTRUCCIÓN SOCIOCULTURAL DEL MODO DE VIDA RURAL

La cultura y la organización social son atributos importantes en la estructura y función del ecosistema. Su alteración tiene profundas repercusiones en el desarrollo del paisaje (ordenamiento) que es, en definitiva, la madre de todas las transformaciones.

Aunque implícita en la mayoría de los cuadros anteriores, como fenómeno merece una consideración aparte, desde el punto de vista de la restauración del ecosistema (que puede diferir del antropológico o sociológico).

Bajo esta óptica, son relevantes los siguientes elementos:

- Acervo de conceptos, valores y relaciones sociales.
- Niveles de transformación.
- Regeneración económica, social y cultural del modo de vida.
- Niveles de motivación.
- Balance cohesión / aislamiento.
- Balance autarquía / heterarquía.
- Generación y apropiación de la renta y el valor agregado al suelo.

El modo de vida rural contiene todos estos elementos pero no es sólo su suma. Se trata de un sistema, es decir, de un modo particular como éstos y otros elementos se organizan e interrelacionan, componiendo la forma típica de relación entre un grupo humano determinado y su entorno. Esto es lo que se denomina sistema de alteridad.

Sin pretender incluir un manual de antropología aplicada, es indispensable para la gestión

del área rural y la restauración de los ecosistemas silvestres y agroecosistemas sostenibles, describir los elementos claves, de modo que sean tenidos en cuenta dentro de los programas y proyectos, al involucrar la comunidad.

Acervo de conceptos, valores y relaciones sociales

La conciencia sobre el estado de los ecosistemas, los procesos que los afectan y la forma de las alteraciones, es un punto básico en el eje sociodinámico de un proyecto de restauración. La "falta de conciencia" es frecuentemente señalada como un factor negativo en proyectos ambientales; pero este término es ambiguo.

Para el presente tema, la conciencia puede dividirse en dos puntos:

- **Conceptualización:** disponibilidad de conceptos para definir los elementos y procesos de la realidad y sus interrelaciones, de forma inequívoca, en términos propios de la cultura local y el sistema explicativo habitual. A mayor diversidad y claridad de los conceptos, mayor capacidad para diferenciar los elementos en categorías finas y discernir relaciones complejas ("mayor conciencia").
- **Valoración:** asociación de los conceptos disponibles a valores insertos en la cultura local (bueno, malo, conveniente, oportunidad, amenaza, etc.) y en el modelo de percepción y toma de decisiones del individuo o la colectividad. A mayor peso del valor asociado dentro de las motivaciones personales o grupales, mayor atención a las informaciones del entorno y mayor tendencia a tomar estas informaciones en cuenta dentro de las decisiones de manejo ("mayor conciencia").

El trabajo de "concientización", tan frecuentemente mencionado, se basa, por ende, en el rescate y enriquecimiento de los conceptos y valores que la comunidad asocia a los elementos y procesos de los ecosistemas a manejar.

El patrimonio sociocultural de las áreas rurales, puede estimarse como el acervo de conceptos y valores acumulados y transmitidos de generación en generación, así como las relaciones sociales que permiten la puesta en común de estas nociones y la elaboración de un consenso comunitario alrededor de las mismas, con base en el cual se crea y mantiene la identidad de cada comunidad rural: el lazo entre quienes definen y valoran las cosas de modo semejante.

Niveles de transformación

La urbanización, vista como destrucción del modo de vida rural, implica una serie compleja de transformaciones, la última de las cuales implica la construcción de casas y calles. Un sistema urbano no se crea con sólo poner ladrillo sobre ladrillo; es una transformación total y paulatina de las estructuras y flujos de materia, energía e información en el ecosistema.

Como todas las transformaciones totales dentro del ordenamiento espontáneo del territorio, la urbanización presenta aproximadamente las siguientes etapas:

- **Urbanización mental:** los cambios en las ideas ordenadoras de la praxis de

alteridad, a nivel individual o familiar ; se trata de transformaciones en conceptos y valoraciones, que inciden en la axiología personal y la jerarquía motivacional de los individuos y familias.

- Urbanización cultural: los cambios en las ideas ordenadoras a nivel colectivo (social o comunitario), es la puesta en común (comunicación) de los cambios de mentalidad.
- Urbanización temporal: una de las más sutiles y trascendentes, consiste en un cambio en la forma como las personas conciben, valoran y distribuyen su tiempo. Uno de los ejemplos más dramáticos es el paso de la visión circular del tiempo y las generaciones (típicamente indígena) a la visión del tiempo lineal, sin retorno, implicando el progreso y diferenciación de una generación con respecto a la anterior (típicamente colono).
- Urbanización social: o societalización, básicamente consistente en la secundarización de la red de relaciones primarias de la comunidad local que pasa del control afectivo y los lazos de reciprocidad al control económico y las relaciones de comercio y precio.
- Urbanización funcional: la mediación de la moneda y la organización sobre instituciones y mercados más extensos, permiten la generación y expansión de sistemas de integración regional eminentemente artificiales que se hacen cargo de la regulación y conducción de los flujos de materia, energía e información, en proporción creciente.
- Urbanización física: es la más trivial consecuencia de los procesos anteriores, o su consumación estructural; los cambios operados en el criptosistema, ordenan los elementos de cobertura en el fenosistema, lo cual se refleja en un reemplazamiento creciente de los elementos naturales por cultivos e infraestructura artificial.

Regeneración económica, social y cultural del modo de vida

Es un tópico clásico en los estudios socioeconómicos rurales, la paradoja minifundista, en la cual el productor y su familia mantienen un sistema de producción a pérdida durante años y se resisten a modificarlo, aún después de constatar (con ayuda del técnico) la rentabilidad baja o negativa del mismo.

Regeneración de los elementos del sistema de alteridad a través del ciclo productivo



Sin embargo, campesinos o no, todos hacemos lo mismo. Nuestras decisiones no están sólo motivadas por la racionalidad económica. Cada modo de vida o sistema de alteridad, está compuesto por varios flujos y parámetros que entran todos, con distinta ponderación en la toma de decisiones.

Se entiende por regeneración económica o de los medios de producción, el que al final de cada ciclo productivo, el productor cuente con los medios materiales y los recursos financieros para iniciar el siguiente, idéntico al culminado.

Sin embargo, en el mediano o largo plazo, cuenta también la regeneración integral de todo el sistema de alteridad.

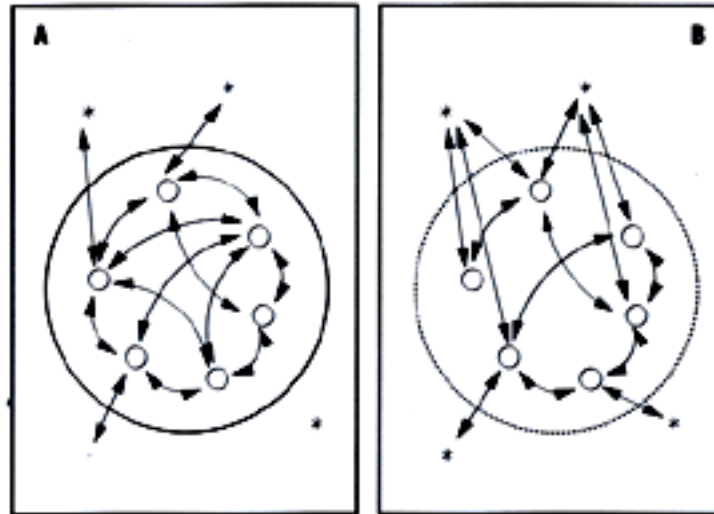
A través de cada ciclo de la producción, la familia productora recrea sus nociones, verifica sus valores, intercambia con sus vecinos sobre estos elementos comunes y reafirma sus relaciones comunitarias y su sentido de pertenencia e identidad con una comunidad y una tradición (identificación intra e intergeneracional). De todo ello, se recibe satisfacción a necesidades básicas socioafectivas y de autoestima, al tiempo que se satisface la necesidad de crear y recrear una visión coherente, predecible y propia del mundo. Esto es lo que podemos llamar, la regeneración sociocultural dentro del ciclo productivo.

En la base del sistema productivo, por supuesto, están los recursos naturales: suelo, agua y biodiversidad. Si tras cada ciclo productivo, estos elementos no son restituidos a sus valores iniciales, en el siguiente deben aumentarse los insumos para subsanar el déficit y alcanzar rendimientos similares.

El agotamiento de los recursos naturales, lleva eventualmente a una gran dificultad para la regeneración económica del sistema. Cuando la subsistencia se ve comprometida, la familia productora se ve obligada a revisar su sistema de nociones, valores y prácticas, y a considerar alternativas. Este fenómeno está en la base de la degradación del modo rural de vida.

Balance cohesión / aislamiento

Sin embargo, aún cuando el sistema sea en sí mismo sostenible, desde el punto de vista natural, social, cultural y económico, puede ser desestabilizado desde el exterior.



Durante cada ciclo, el sistema no está encerrado en sí mismo, sino sometido a la lluvia de información de su entorno. Mientras el sistema funciona y suple integralmente las motivaciones de todos sus participantes, es bastante impermeable a dichas informaciones externas (está fuertemente determinado por su propio contenido y ciclo de información).

Obviamente, dichas motivaciones pueden cambiar, si los conceptos y valores que les sirven de referente cultural son modificados. Todo el mundo responde a una motivación socioafectiva, a la necesidad de ser reconocido y estimado; pero el cómo esto se obtiene, depende tanto del medio como del individuo. Gradualmente, los parámetros de reconocimiento mutuo cambian de rurales a urbanos y los interlocutores deben ajustar sus códigos para ser reconocidos y comunicarse.

El que nuevos conceptos y valores entren a un sistema sociocultural no es en sí negativo, mientras puedan ser resemantizados y apropiados por los participantes, conectándolos armónicamente a los conceptos y valores locales. Pero cuando la entrada tiene una magnitud, forma, contenido o intensidad que dificulta la asimilación cultural, el resultado es la negación de lo externo o lo interno, ante la imposibilidad de la simbiosis conceptual.

En qué medida sucede lo uno o lo otro, depende del balance entre cohesión y adhesión, del sistema con respecto a su entorno.

La densidad e intensidad de las relaciones entre los elementos del sistema determina la cohesión del mismo. Por otra parte, la densidad e intensidad de sus relaciones con elementos del entorno.

En el modelo de la figura, es evidente que el sistema A tiene mayor cohesión y menor adhesión, lo cual le otorga mayor resiliencia sociocultural. En el otro extremo, el sistema B tiene una alta adhesión a elementos del entorno y un tejido social pobre; esto hace que B esté más integrado al entorno y sus elementos sean parte del sistema mayor (¿urbano?) en medida mayor que su dependencia–pertenencia del sistema local.

En las áreas rurales próximas a las ciudades, los intercambios de información con el sistema urbano es obligante. En muchas veredas, las personas pasan más tiempo en sus negocios o empleos urbanos que con sus familias y comunidades en el área rural. Esto, más todas las

formas y códigos de comunicación a que la ciudad fuerza (desde el semáforo y el sistema de transporte público hasta la forma de presentarse al trabajo y departir en el mismo) constituye un fuerte bombardeo de fuerzas adhesivas que restan espaciotiempo al mantenimiento de la cohesión del sistema local.

Otro elemento interesante es el aislamiento (representado en la figura como un gran círculo). La creación de barreras socioculturales selectivas, en torno al sistema local, es función tanto de la cohesión misma (la cual crea códigos propios y dificulta la comunicación externa) como de procesos específicos de aislamiento intencional, por rechazo a las influencias externas.

Balance autarquía / heterarquía

En este punto, podemos ya intentar una definición de «identidad cultural»: el sentido de pertenencia a un sistema sociocultural y la capacidad de los individuos y el colectivo, para permanecer idénticos a sí mismos o evolucionar de un modo determinado más por los propios contenidos culturales que por la subordinación a informaciones externas.

En consonancia con las nociones anteriores, podemos considerar que los sistemas rurales periurbanos tienden a estar fuertemente determinados por los desarrollos urbanos (vías, construcción, cambios políticos, etc.) con pocos grados de libertad para conducir una evolución propia. Se trata de sistemas heterárquicos.

Para que un sistema tenga una alta capacidad de autodeterminación y se haga cargo de su devenir histórico y la transformación de su territorio, requiere mantener y elaborar un alto contenido de información propia (incluso a partir de insumos, pero bien digeridos). Para ello es preciso intensificar los encuentros e intercambios entre los participantes y enriquecer los contenidos, especialmente a partir del rescate de los elementos de la tradición, los cuales permiten la identificación a nivel intergeneracional. De este modo, el peso informático de la historia puede ser empleado para amortiguar las mareas de información de cada instante.

Muchas de las estrategias viables en tal sentido, están relacionados con aspectos tales como las fiestas, conmemoraciones, religión, actividad agropecuaria, formas locales de recreación y socialización, sitios de encuentro habitual, etc.

Generación y apropiación de la renta y el valor agregado al suelo

Un aspecto frecuentemente comentado en esta sección está relacionado con los cambios en el valor agregado al suelo.

Mientras que la valoración integral (económica, socioafectiva, cultural) media el arraigo individual y colectivo al territorio y a la parcela, el valor económico que se atribuye a la tierra, determina en gran medida su uso y transformación.

El valor agregado, resulta de las transformaciones operadas por el uso sobre el terreno, en relación con las demandas de distintos sistemas de alteridad. Aunque toda valoración es relativa, la resultante es tan sencilla como un precio en el mercado de tierras.

La escasa generación y apropiación de la plusvalía asociada a la explotación de la tierra, empuja generalmente al productor a mayores tasas de explotación y alteraciones más

profundas y aceleradas del terreno.

En un punto dado, el agotamiento de la base natural de producción (suelo, agua, biodiversidad) margina el terreno de la producción agropecuaria y extingue su valor rural, colocándolo por fuerza en otros mercados, como el de la urbanización clandestina y el de la explotación minera.

Dependiendo del valor agregado que el predio conserve, de acuerdo con su ubicación, productividad y estado de conservación, unos u otros sistemas de alteridad pueden ubicarse sobre el mismo reemplazando al sistema agropecuario tradicional e iniciando una sucesión socioeconómica urbana.

A medida que las transformaciones añaden valor agregado al suelo, unos sistemas son reemplazados por otros que logran un aprovechamiento más eficiente de ello.

Los habitantes de las áreas rurales y suburbanas, con frecuencia son bien concientes de ello, lo cual afecta su disposición a participar en proyectos de mejoramiento ambiental, como los de restauración, los cuales no los benefician inmediatamente y sí implican transformaciones que pueden hacer al predio adecuado para otros usos.

En las áreas rurales muchos propietarios rechazan la reforestación (y aún la preservación de la vegetación remanente) pues temen que estos valores hagan su predio candidato a manejo especial (reserva, parque, etc.) con las limitaciones al uso que ello acarrearía. Por esto, en agroecosistemas, la restauración debe adoptar una interfase agropecuaria, es decir, tratamientos y apariencias que realcen el valor agropecuario del predio rural.

En zonas de urbanización subnormal, por otra parte, es muy frecuente que los habitantes (la ilegalidad de cuya posesión les crea gran incertidumbre) rechacen el mejoramiento ambiental, por temor al valor agregado que atraería la atención de otros agentes urbanizadores en mayor capacidad de aprovecharlo y con poder económico y político para promover su expulsión.

Cualquier mejoramiento, la restauración ecológica incluida, debe ir acompañada de medidas socioeconómicas que faculden a la comunidad local para apropiarse el valor agregado al suelo y sacar partido de las oportunidades creadas.

Ello empieza por la aclaración y solución (toda vez que sea posible) de la incertidumbre sobre la tenencia, la cual es reconocida a nivel mundial como uno de los limitantes más severos para el éxito de la preservación y la restauración.



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



10. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN : Tratamientos del 1 al 9

Los tratamientos de restauración aquí expuestos se enfocan a imitar los patrones espaciales y temporales que exhibe la vegetación natural de la zona a restaurar, esto no sólo orienta sobre las especies indicadas para determinados sitios y trabajos, sino también acerca de las combinaciones más exitosas de especies y formas.

El capítulo relacionado con los tipos de vegetación encontrados en el Distrito, representa una base valiosa para imitar las pautas de composición florística de los ecosistemas a restaurar. Por otro lado, las fichas técnicas de cada especie (sección 4), dan una orientación más precisa sobre los rangos ambientales y la capacidad de establecimiento de cada una, de acuerdo con las condiciones iniciales del lugar en donde se aplicará el tratamiento.

La sección 4 contiene también la información de cada especie en la escala temporal de aparición dentro de la sucesión vegetal, lo que ha de ser fundamental en la aplicación temporal de los tratamientos. La clasificación general de acuerdo con suposición sucesional se resume en: especies priseriales (pioneras) que han demostrado su habilidad para triunfar en áreas diversamente perturbadas por el hombre, aparecen en las primeras etapas; especies mesoseriales, un poco más exigentes ambientalmente, aparecen en estadios sucesionales intermedios; especies tardiseriales, más exigentes que las anteriores en cuanto a calidad de suelo, y condiciones especiales de luminosidad y microclima, se establecen y dominan en etapas tardías de la sucesión (bosques maduros).

Los estudios científicos y el diseño de los tratamientos han sido realizados por la Fundación Estación Biológica Bachaqueros (FEBB), cada diseño parte estudios de la dinámica de la regeneración natural y estructura de los diferentes ecosistemas boscosos del Distrito. Si usted aplica un tratamiento aquí expuesto la FEBB está en disponibilidad de asesorar el seguimiento y generar recomendaciones de ajuste al tratamiento aplicado.

Pasos para ejecutar un tratamiento

La secuencia lógica a seguir para el inicio de los tratamientos de la Restauración basada en la sucesión vegetal se rige bajo tres pasos:

- Inspección.
- Preparación (aplicación de herramientas complementarias sobre el terreno).
- Plantación.
- Inspección

Para manejar las tablas de tratamiento se debe conocer sobre la zona que se quiere revegetalizar:

- Altitud

2600–2800 msnm

2800–3000 msnm

3000–3200 msnm

3200 msnm en adelante

- Pendiente

Suaves a moderadas: < 25°

Moderadas a fuertes: > 25°

- Textura del suelo

Suelos ligeros:

Aquellos con una baja proporción de arcilla, distinguibles en campo por la imposibilidad de hacer una bola bien coherente (con un puñado ligeramente húmedo). Se incluyen aquí:

Arenosos

Arenosos francos

Franco arenosos

Limosos

Franco limosos

Suelos pesados:

Aquellos con una elevada porción de arcilla (> 25%), distinguibles en campo por poder hacerse (con un puñado húmedo) una bola bien coherente. Se incluyen aquí:

Francos

Franco arcillo arenosos

Franco arcillo limosos

Franco arcillosos

Arcillo arenosos

Arcillo limosos

Arcillosos

- Tipo de vegetación presente

De acuerdo con los tipos descritos en los estudios hasta el momento realizados. La identificación del tipo de vegetación, debe considerar el estado de madurez del ecosistema —su ubicación dentro de las serres básicas— y los tipos de perturbación o tensionantes que se han ejercido. En resumen, se debe precisar:

Estadio/tendencia sucesional

Humedad atmosférica

Preparación

La etapa de preparación del predio es crucial en la Restauración basada en el manejo de la sucesión y de ella depende en gran parte su éxito, algunas plantas necesitan condiciones especiales de sombra, luz y humedad edáfica que se pueden acondicionar antes de la plantación.

Los tratamientos van desde físicos a vegetacionales y cubrirán terrenos con coberturas de:

- Suelo desnudo: dependiendo del cuadro de restauración, se podrán aplicar medios mecánicos y herramientas físicas complementarias (Tinglados, terracetas artificiales, drenajes artificiales, trinchos etc.) , o medios químicos (sopas orgánicas, mulch, etc.), debe hacerse el mejor aprovechamiento de la topografía y microtopografía del sitio.
- Pastizales y Pajonales: dependiendo del cuadro de restauración, se podrá aplicar medios físicos o químicos para potenciar o reducir la vigorosidad de la matriz herbácea.
- Rastrojos: los rastrojos prácticamente no requieren tratamiento, dado que se trata de un estado óptimo de la cobertura vegetal en cuanto al suministro de servicios ambientales (agua, suelo, fauna, biodiversidad). Sin embargo, preferencias paisajísticas particulares pueden ameritar muy localmente el tratamiento de estos parches con enriquecimiento de especies con mayor porte y belleza.
- Bosques medianos y altos: Los tratamientos dan énfasis a la biodiversidad, y a la recuperación de espacios perturbados (claros y ecotonos) y a la conectividad (corredores y estribones) con áreas más biodiversidad o individuos relictuales de importancia ecológica e histórica o a zonas más degradadas.

- Sitios áridos: En las vertientes influenciadas por vientos predominan condiciones de baja humedad atmosférica sobre grandes extensiones. Se deben aplicar tratamientos tendientes a captar humedad para apoyar la sucesión, generalmente de adecuación especial del terreno o implementación de herramientas físicas para retener la humedad

Plantación

La plantación se realiza siguiendo el patrón básico de la sucesión vegetal «patrón seral básico». Descrito en la sección de metodología.

Algunos ecosistemas carecen de este tipo de información para los cuales se acudirá a la información colectada en la base de datos y siguiendo la metodología planteada en estudio básico de restauración (EBR) tratado en la sección 6.

La técnica a aplicar es la de plantación seral, la cual consiste en introducir en cada sitio las especies y morfotipos de la etapa sucesional inmediatamente posterior al estadio sucesional actual.

Se efectúan varias plantaciones sucesivas, distanciadas por lapsos de años, cada una introduciendo los juveniles de una etapa más avanzada. Se efectúan, por tanto, tantas plantaciones como se quiera avanzar sobre la sere, dependiendo de los objetivos locales.

El lapso entre plantaciones está determinado, no por el tiempo cronológico, sino por el sucesional. Así, el seguimiento del desarrollo del material plantado y la diagnosis de claves de acceso a la etapa siguiente (cambios edáficos, fisonómicos o florísticos), determina el momento indicado para la siguiente plantación.

El objeto de la plantación seral es la telescopización de la sucesión local, introduciendo tempranamente cada etapa dentro de la anterior, como las secciones de una antena telescópica, de donde proviene el término «telescoping» (COOPER, 1923). Así se recorta la extensión de la sere en el tiempo.

La combinación y secuencia de especies queda determinada por la sere básica que se sigue, en correspondencia con las condiciones edáficas y climáticas. Es decir, que no se combinan especies de seres distintas (ambientes distintos).

Definiciones relacionadas con los tratamientos

En este punto es necesario precisar algunas definiciones que se utilizan repetidamente adelante.

Sere principal

Cada una de las seres aproximadas, corresponden a los denominados ecosistemas maduros de cada región, aunque no se conoce a ciencia cierta sus historias de perturbación se debe contar con el referente local de los ecosistemas forestales maduros. Si este no se ha reportado, se deberá colectar la información de acuerdo con las especificaciones del estudio de vegetación del Estudio Base de Restauración (Convenio DAMA – FEBB, 1998).

Línea de tratamiento

Puesto que en cada localidad se sigue una o varias seres principales, la secuencia completa de tratamientos vegetales constituye una línea de tratamiento. Hay, por ende, tantas líneas de tratamiento como seres principales y cada una de las primeras es la imitación inducida de una de las segundas.

Las líneas de tratamiento de este protocolo se basan en la sucesión vegetal y tienen en cuenta el subpaisaje local y regional:

- Líneas para valles aluviales
- Líneas para vegetación riparia
- Líneas para altiplanos
- Líneas para áreas bien drenadas
- Líneas para vegetación de áreas mal drenadas
- Línea de restauración de focos de erosión severa.

Las líneas siguen las seres básicas. La descripción de las seres se puede leer en el Estudio Base de Restauración (Convenio DAMA – FEBB). Las etapas a cubrir dentro de cada línea de tratamiento corresponden a los tipos de tratamiento de la tabla 1.

Tratamiento general

Es el tratamiento correspondiente a cada fase del esquema seral básico. Los tipos de tratamiento se reúnen en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones del lugar Vs. Tipo de tratamiento general

CONDICIONES DEL LUGAR	TIPO DE TRATAMIENTO GENERAL
PREDOMINIO DE SUSTRATO DESNUDO	INTRODUCCIÓN DE HERBÁCEAS
COBERTURA HERBÁCEA ABIERTA	CONSOLIDACIÓN DE HERBÁCEAS
COBERTURA HERBÁCEA CERRADA	INTRODUCCIÓN DEL PRECURSOR LEÑOSO
COBERTURA HERBÁCEA - ARBUSTIVA	CONSOLIDACIÓN DEL PRECURSOR LEÑOSO
COBERTURA ARBUSTIVA CERRADA	INDUCCIÓN PRECLIMÁTICA
COBERTURA DE RASTROJO	SOMBREADO INTENSIVO
BOSQUES MEDIANOS Y ALTOS	LLENADO DE CLAROS Y BORDE DE ECOTONOS

TABLA 2. TIPOS DE TRATAMIENTO

1.	Plantaciones forestales protectoras
2.	Inducción de matorrales y rastrojos
3.	Restauración de bordes de ecotono
4.	Restauración en claros de bosque
5.	Rescate de especies amenazadas
6.	Restauración nacimientos de agua
7.	Restauración de microcuencas abastecedoras
8.	Cordones protectores de márgenes de río y quebrada
9.	Barreras de viento
10.	Barreras contra heladas
11.	Barreras antigánado
12.	Cercas vivas
13.	Modelos agroforestales
	• Plantaciones dendroenergéticas
14.	Desinfestación de invasión de retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i>)
15.	Manejo de sucesiones pirogénicas
16.	Restauración de ecosistemas en plantaciones forestales de exóticas.
17.	Jardinera amable
18.	Setos y agregados formadores de suelo
19.	Cubierta protectora de <i>Pteridium</i> spp
20.	Control de focos de erosión severa 7.20.1. Recuperación de canteras
21.	Protección y estabilización de taludes en vías.
22.	Cordones ruderales
23.	Corredores y estribones de dispersión ornitócora
24.	Enriquecimiento de habitats para la fauna silvestre
	• Bebederos
	• Corredores de tránsito
	• Papiaderos
	• Cuevas y Refugios

TIPOS DE TRATAMIENTO

Respondiendo a las necesidades de tratamientos para el diseño en terreno, se plantean algunos tratamientos específicos que responden a los cuadros de restauración descritos en la Sección 6. Ver matriz tratamientos cuadros de restauración (página 268).

1. Plantaciones forestales protectoras

Aunque la mayor parte del Distrito, requerirá fórmulas de compromiso (como se ha expuesto en los numerales siguientes), en extensas zonas se requiere la cobertura total del terreno con los tratamientos de restauración, estableciendo plantaciones protectoras en bloque.

Tal es el caso de las zonas de captación de las microcuencas abastecedoras, las zonas de protección integral del acuífero, la orla protectora de Embalses, y relictos boscosos bajo tratamiento de protección y restauración.

Para el establecimiento de tales plantaciones se requiere preparar una cartografía detallada (1:1.000) del terreno a plantar, en la cual se mapearán los distintos tipos de cobertura y las condiciones topográficas y edáficas (básicamente pendiente, textura y humedad).

En este tipo de tratamiento debe seguirse estrechamente la información dada en la tablas 1 y 2 de tipo de tratamiento, y las líneas de tratamiento, siguiendo la sere principal correspondiente a las condiciones de cada sitio dentro del terreno.

Puesto que el terreno, muy probablemente, no presentará homogeneidad en su estadio sucesional, se requiere ajustar las plantaciones dentro de un patrón micro y otro macro.

Se considerarán, por lo tanto, dos patrones:

a. El patrón de plantación, es decir, la forma como se distribuyen los individuos dentro de la plantación.

b. El patrón de mosaico: o sea, la forma como se cubre el terreno con parches de distintos tipos de plantación, de acuerdo con las condiciones físicas y el estadio sucesional de cada sitio.

Y dos ajustes sucesivos:

• Al interior de la plantación: los puntos de colocación del propágulo (plántula, estaca, pseudoestaca, etc.) deben desviarse ligeramente del patrón escogido, para acomodarse a los micrositios favorables de acuerdo con la topografía y el patrón de distribución de la vegetación existente en el lugar.

Este ajuste del lugar definitivo de ahoyado y plantación de cada propágulo, se realiza durante el trazado, con el siguiente método:

1. Se hace el trazado normal, señalando los puntos de ahoyado con estacas pequeñas.

2. Guiándose con una vara (marcada con la medida de la mitad de la distancia entre individuos) se barre con la vista el terreno en círculo alrededor del punto de ahoyado, utilizando la vara como radio.

3. En este círculo se ubica el micrositio más favorable y cercano al punto de ahoyado.

4. Se desplaza la estaca al punto escogido en el paso anterior, señalándolo como punto de ahoyado definitivo.

Con la debida instrucción, toda la operación de ajuste no toma más de 30 segundos, en promedio.

Del mismo modo, los parches de plantación se ajustan al patrón de vegetación existente en el terreno a tratar.

Para ello, se ubican los sitios favorables, revelados por su relativo avance sucesional con respecto a su derredor (de acuerdo con el esquema seral básico), o por su microclima favorable (abrigos rocosos, cañadas, márgenes hídricas, proximidad de masas boscosas, etc.).

Estos son los primeros sitios a plantar. En estos puntos se establecen plantaciones en bloques rectangulares, cubriendo superficies de 10 m² (tamaño típico para una gregie dinamogenética) en adelante.

Estos bloques se unen entre sí con barreras de viento, conformando una red sobre todo el terreno tratado.

Patrón espacial

El patrón de plantación es en todos los casos al tresbolillo, con las líneas siguiendo las curvas de nivel, debido a que este diseño ofrece la mayor oposición al barrido de los vientos (manteniendo el microclima) y a la esorrentía superficial (forzando la división de los filetes de agua), según se aprecia en la figura 1.

Patrón temporal

El patrón varía en cuanto a las distancias, dependiendo del tipo de tratamiento:

- Introducción y Consolidación de herbáceas**

Distancia entre individuos: 1 m.

Distancia entre líneas: 0.9 m

- **Introducción y Consolidación del precursor leñoso**

Distancia entre individuos: 1.5–2 m

Distancia entre líneas: 1.3–1.7 m

- **Inducción preclimática**

Distancia entre individuos: 3–5 m

Distancia entre líneas: 2.6–4.3 m

En la tabla 3 se dan las distancias entre líneas y las densidades resultantes, para diferentes distancias entre individuos, con el patrón de plantación al tresbolillo.

Tabla 3. Distancias y densidades al tresbolillo

Distancia entre individuos	Distancia entre líneas	Individuos por línea (100 m)	Líneas por hectárea	Individuos por hectárea
1	0.9	100	111	11100
1.5	1.3	67	77	5159
2	1.7	50	59	2950
3	2.6	33	38	1254
5	4.3	20	23	460

Estos datos se aplican, así mismo, a las siguientes herramientas toda vez que se indique el patrón de plantación de tresbolillo.

Para el caso del «Patrón en mosaico», el terreno plantado se cubre con un diseño de red (figura 2) conformada por:

- Los bloques de plantación

De diversos tamaños. Ubicados sobre los lugares favorables. Cada uno con el tipo de tratamiento correspondiente a la línea de tratamiento y el estadio sucesional del lugar.

- Conectores

Los cuales unen los bloques de plantación, conformando una red. Estos conectores pueden ser:

- Barreras de viento

- Cordones de dispersión
- Barreras contra heladas
- Setos formadores de
- Barreras antiguano
- Cordones riparios

Patrón regional

De acuerdo con las estrategias enunciadas en la sección 6, los diferentes sectores plantados deben conectarse por medio de los corredores y estribones de dispersión, formando una red que cubra toda el área.

Gracias a esto, se incrementará el tránsito de semillas hacia los sitios plantados, acelerando sustancialmente la tasa sucesional.

Patrón temporal

Seguirá las pautas de la plantación seral, iniciando con precursores leñosos, continuando con la plantación de inductores y finalmente árboles del clímax.

Fórmulas florísticas

Las especies utilizadas y sus combinaciones, seguirán las pautas de los tipos de conectores enunciados anteriormente, los cuales son descritos con detalle más adelante.

Figura 1, Función protectora patrón de plantación al tres bolillo

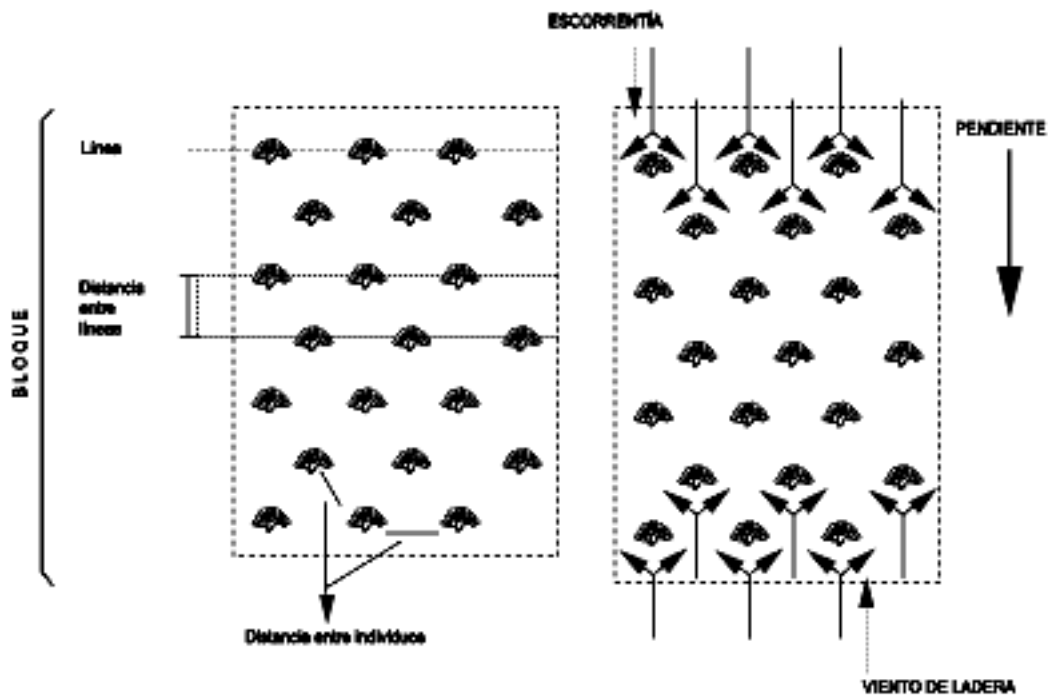
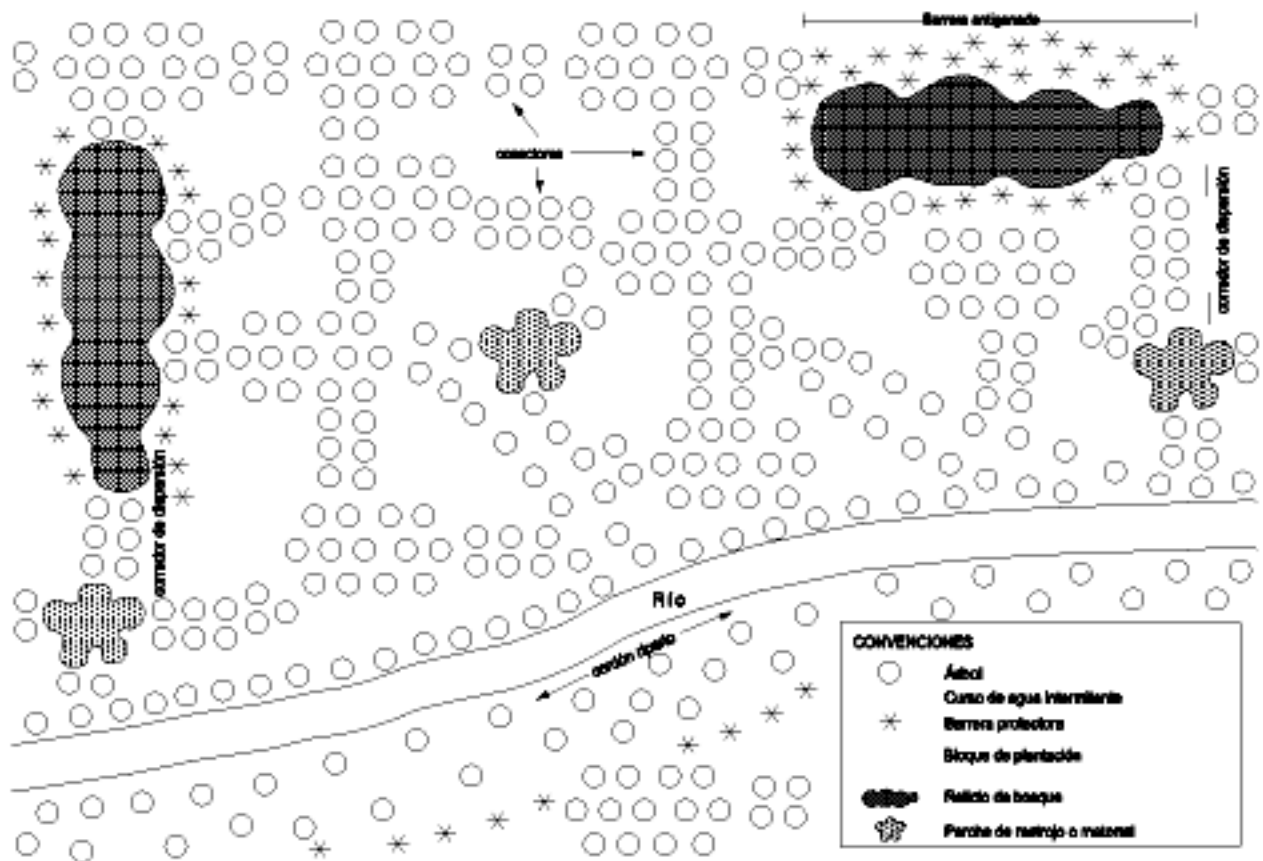


Figura 2, Plantaciones forestales protectoras (Patrón de mosaico)



2. Inducción de matorrales y rastrojos

Los rastrojos y matorrales no requieren tratamientos complejos, dado que se trata de un estado óptimo de la cobertura vegetal en cuanto al suministro de servicios ambientales (agua, suelo, fauna, biodiversidad).

Sin embargo, preferencias paisajísticas particulares pueden ameritar muy localmente el tratamiento de estos parches para su conversión matorral – rastrojo – bosques altos.

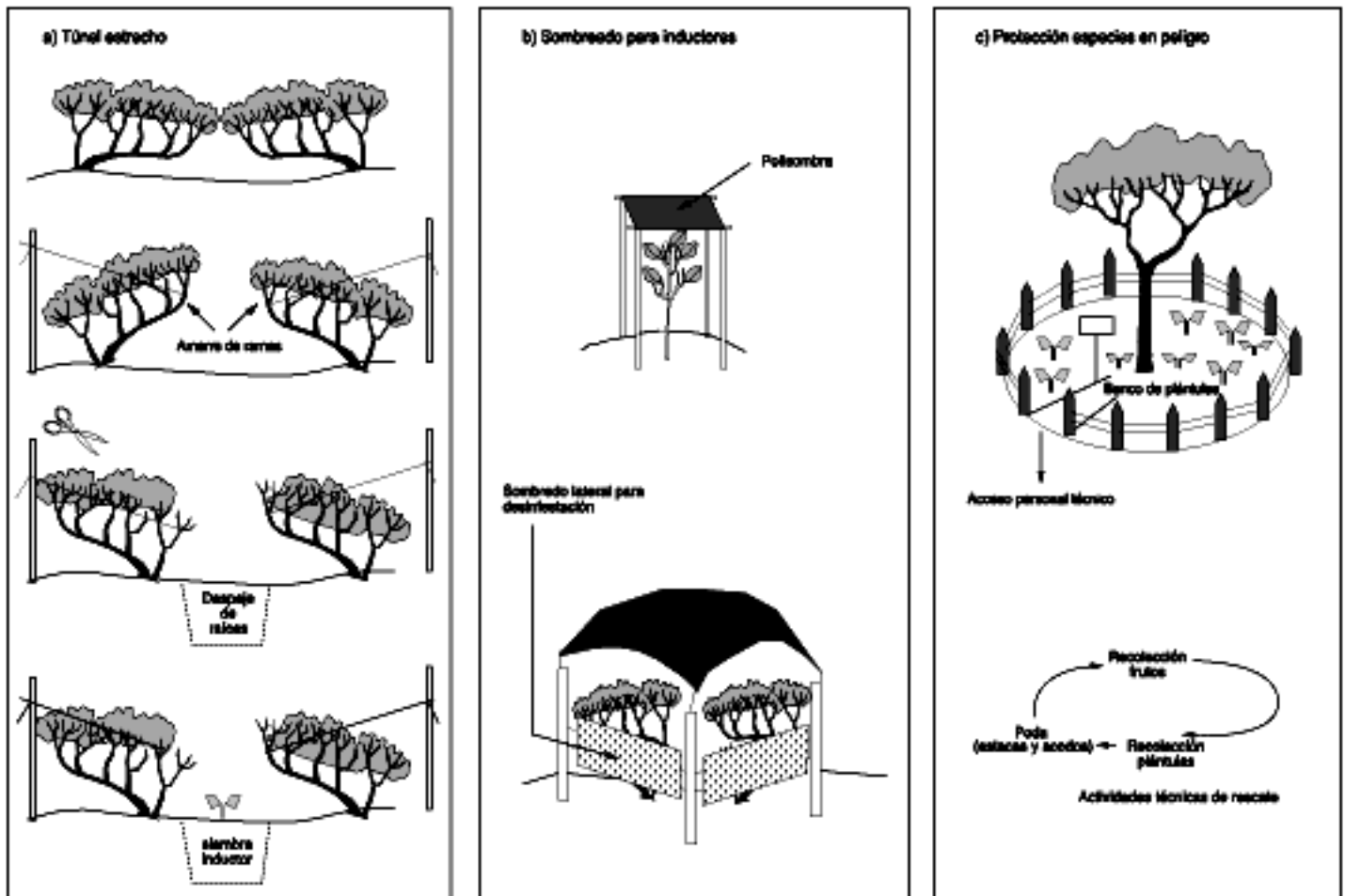
Patrón espacial

La inducción implica un despeje mínimo de los puntos de plantación, los cuales, de preferencia, no deben ubicarse bajo sofocantes agresivos como el caso para zona Andina de Ericáceas (*Cavendishia cordifolia*) o bambusoides (gregies de chuscales), ya que los desplomes de las ramas pueden ahogar o lesionar los arbolitos. Dado que los inductores preclimáticos requieren una luminosidad moderada, pueden amarrarse las ramas de los vecinos, formando un «túnel estrecho» figura 3 (a) sobre el punto de plantación, con lo que se favorece un rápido crecimiento vertical, sin provocar un exceso de radiación o la destrucción del microclima.

Patrón temporal

La temporalidad de este tratamiento se basa en la preparación del túnel estrecho

Figura 3, Inducción de matorrales y rastrojos



Consistente en:

1. **Amarre de ramas Flexibles:** Las ramas flexibles de los precursores leñosos se deben amarrar con nylon, de tal forma que permita la entrada de luz, pero no varíe drásticamente las condiciones microclimáticas favorables al Inductor preclimático.
2. **Poda de Ramas Gruesas:** En el dosel de los precursores leñosos más vigorosos se hace una poda cortando las ramas gruesas que permitiendo la entrada de luz.
3. **Corte de raíces:** Se despejan las raíces en el lugar de la siembra, de tal forma que quede un radio de 40 cm X 70 cm de profundidad libre de ellas, esto para evitar la competencia con las raíces de los precursores leñosos.

Fórmulas florísticas

Ya que se pretende inducir los rastrojos o matorrales a una fisonomía de tipo más arbóreo se deberán utilizar las especies de tipo inductor preclimático preferiblemente mesoseriales clasificadas en las fichas técnicas de especie (Sección 4).

3. Restauración de bordes de ecotono

La restauración de bordes de ecotono puede abordarse para el logro de dos objetivos, ampliar la cobertura de un relicto importante o proteger los bordes del relicto sobre acciones antrópicas. Dependiendo de ello las formulas florísticas variarán.

Patrón espacial

La restauración deberá iniciarse del borde hacia afuera, y por franjas de 5 m de ancho, la primera franja corresponde a la franja de llenado de muescas, las segundas a expansión, las cuales se irán enriqueciendo con la aparición espontánea de inductores (figura 4).

Franja de llenado de muescas:

Los bordes irregulares del relicto se tratarán procurando que las especies plantadas cubran las muescas de las entradas al relicto, esto con el fin de que el borde quede uniforme y se facilite la dispersión hacia fuera. En esta franja, es posible introducir los inductores cuando las muescas son pequeñas (menos de 3 m de radio).

Al realizar la restauración del borde de ecotono de los relictos, debe procurarse perfeccionar la circularidad del rodal. Esto quiere decir, que no sólo se restaura el cinturón bordeando la linde boscosa actual, sino que con esta misma herramienta vegetal se «rellenan» las entrantes y salientes, aproximando la forma del rodal a la circular, hasta donde sea posible.

Franja de protección:

Con especies que formen barrera densa para evitar la entrada al relicto que, según el manejo, podrán ajustarse a las fórmulas de barrera antiganado.

Franjas de expansión:

Corresponden a las franjas en donde se inducirá la sucesión para el avance del bosque, se realizará con precursores leñosos plantados a manera de barreras, en distancias entre sí de 1m o más. Las franjas de expansión serán replantadas con inductores al presentarse los primeros establecimientos espontáneos de inductores.

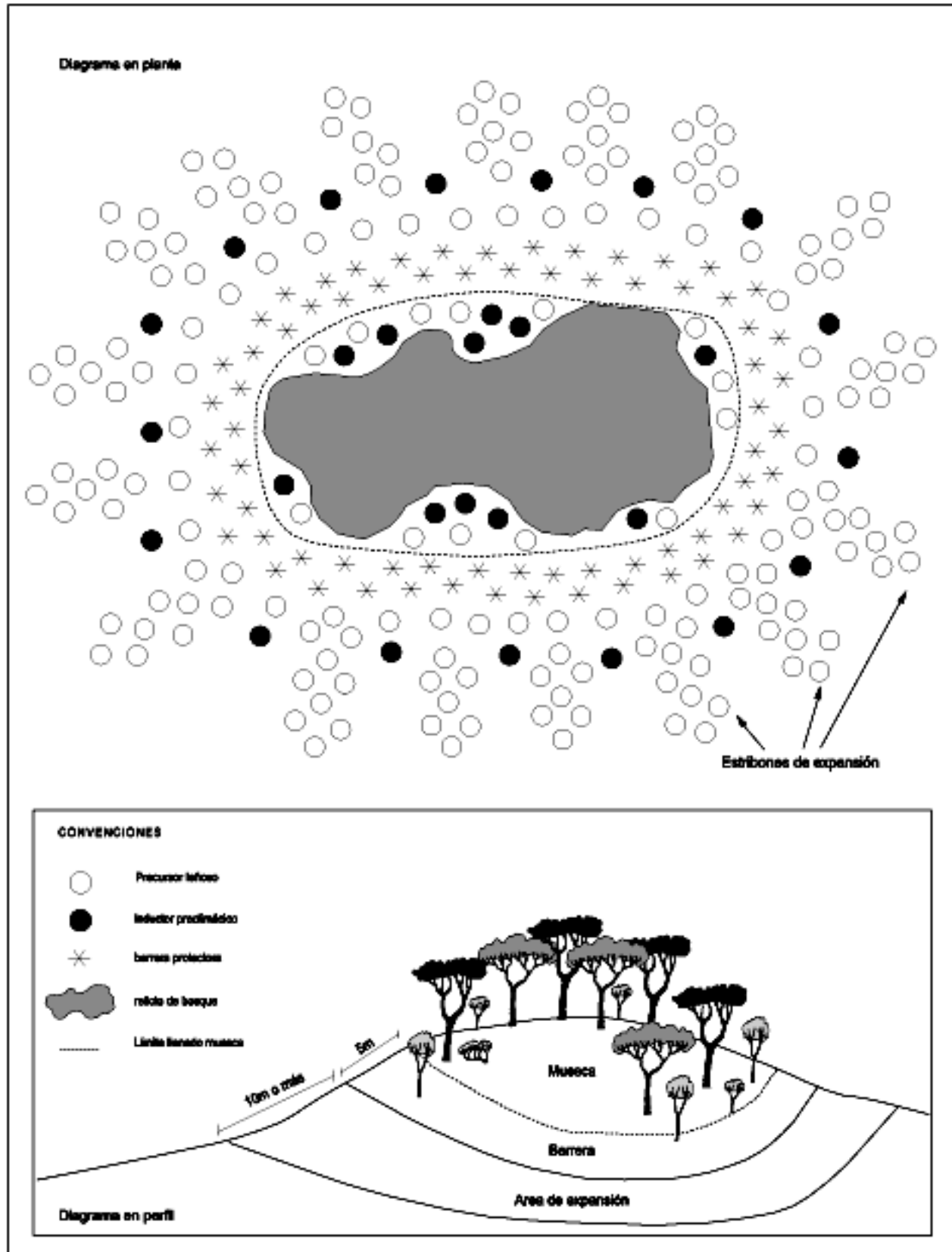
Patrón temporal

Se siguen las pautas temporales de la plantación seral, la secuencia cronológica del tratamiento es:

- Diagnóstico tipo de vegetación
- Selección de precursores e inductores según la sere
- Plantación franja de llenado de muescas.
- Establecimiento franja de protección, se establece al tiempo con la franja llenado de muescas.
- Establecimiento de franja 1 de expansión: al presentarse buena vigorosidad de las plantas sembradas en la barrera de protección. Se aplicará banco de semillas y hojarasca del interior del bosque.

- Establecimiento franja 2 de expansión: Al presentarse las primeras apariciones espontáneas de inductores, se realizará enriquecimiento del rastrojo o matorral de borde plantando inductores propios de la sere a la que pertenece el relicto.

Figura 4, Llenado borde de ecotonos



Se establecerán cuantas franjas sean necesarias para el área deseada de expansión del relicto.

Fórmulas florísticas

En la restauración de la franja de protección puntos pueden emplearse las fórmulas indicadas para barreras antigano.

Para la franja 1 de expansión pueden utilizarse especies típicamente ecotonales, registradas en la ficha técnica de especie (sección 4) con biotipos enmarañantes y atractivas a las aves, Ej.:

- *Clusia multiflora*
- *Palicourea* spp.
- *Chusquea scandens*
- *Cavendishia cordifolia*
- *Macleania rupestris*
- *Monina* spp

Herramientas complementarias

Si se desea consolidar rápidamente la fisonomía de bosque en el borde, al consolidarse las franjas de expansión como rastrojos, puede aplicarse el «sombreado artificial» consiste en la introducción de telas sintéticas, enredaderas o bejucos agresivos en los rastrojos y ecotonos, con el fin de consolidar el sombreado para la exclusión de los precursores leñosos e impulsar la introducción del preclímax. (Figura 3 (b)).

4. Restauración en claros de bosque

Los llenados de claros de bosque requieren más conocimiento sobre la composición del bosque afectado. Dadas las condiciones de perturbación y entresaca de la mayoría de bosques del Distrito, es indispensable que el llenado de los claros amplifique la biodiversidad de estos bosques utilizando las especies reportadas en este estudio como en vía de extinción local.

Patrón espacial

Los precursores de sotobosque leñosos deben ser sembrados primeramente en distancia no mayores de 1.5 m, estableciéndose a manera de agregados en las áreas más expuestas a la luz, en una segunda etapa se establecerá cuantos inductores puedan crecer sin competencia teniendo en cuenta distancias no menores de 6 m entre sí.

Establecido el inductor se realizarán sombreado artificial para estimular el crecimiento

tal y como lo indica la figura 3 (b).

Patrón temporal

Los pasos a seguir para el establecimiento de este tratamiento son:

- **Diagnóstico tipo de vegetación del rodal a tratar y selección de inductores.**
- **Identificación de la causa que ocasiona el claro: caída de árbol maduro, desforestación, pastoreo etc. y eliminación de tensionantes**
- **Protección física del área a restaurar: cercado.**
- **Siembra, siguiendo las pautas temporales de la plantación seral.**
- **Establecimiento de sombreado artificial para los inductores y mantenimiento del mismos (trimestral, dependiendo de la velocidad de crecimiento del inductor).**

Fórmulas florísticas

Como precursores leñosos para plantación seral es recomendable utilizar especies de sotobosque de rápido crecimiento especialmente los géneros:

- **Miconia**
- **Tibouchina**
- **Palicourea**
- **Columnaea**
- **Munnozia**
- **Rubus**
- **Chusquea**

Establecidos los precursores a los seis meses puede realizarse la siembra de los inductores, se presentan en la tabla 4, los árboles de bosque maduro en vía de extinción local de acuerdo con las seres a que corresponden.

5. Rescate de especies amenazadas

Como se mencionó en el anterior ítem, existe un listado de especies amenazadas en vía de extinción sobre las cuales se debe atender y proteger tanto los pequeños rodales en

donde se encuentran estas especies como los individuos aislados maduros relictuales. Se localizan generalmente en potreros, lugares escarpados o de difícil acceso, pero también pueden encontrarse cercanos a viviendas.

Patrón espacial

Se identificarán inicialmente los relictos e individuos de las especies amenazadas y se les recogerá una muestra botánica para su confirmación, los individuos se medirán con el fin de reportar su talla, estado fitosanitario actual y realizar las aproximaciones de edad y tratamientos necesarios que requiera para garantizar su vitalidad y salud.

Esta información deberá ser socializada en primera instancia al dueño del predio y a la comunidad habitante cercana al lugar con el fin de garantizar que la medida de protección sea efectiva.

Los individuos relictuales deben ser aislados con un cerco amable con el fin de evitar que se lesionen las ramas o el tronco con el tránsito de las personas. Se debe señalar el árbol y gestionar ante el distrito un certificado de protección de árbol relictual protegido, se realizará la correspondiente señalización del árbol con un aviso resistente a la intemperie, el cual deberá ubicarse cerca del árbol pero no en él.

El cerco deberá tener un radio proporcional al área de la copa, con el fin de que el terreno ubicado en el interior del cerco pueda ser utilizado como banco de plántulas ver figura 3 (c).

Patrón temporal

Los individuos identificados de las especies amenazadas, deberán ser calificados por su estado de vitalidad seleccionando los mejores por sus características de vigor: Salud del follaje y corteza, porte y producción de semillas. Se dará especial atención a los árboles de mejores características morfológicas con el fin de que utilizarlo como árbol semillero.

Se realizará un seguimiento de la fenología o ciclo reproductivo del árbol anotando su estado:

- **Vegetativo: Sin flores ni frutos**
- **Prefloración: Con botones de las flores**
- **Floración: Con flores abiertas**
- **Posfloración: Inicio en la formación de fruto**
- **Fructificación: Con el fruto ya formado**
- **Dispersión: Con el fruto ya maduro**

- **Posdispersión:** Cuando el fruto ya haya perdido las semillas.

En las épocas de dispersión se realizarán las colectas de semillas, las cuales se propagarán en vivero bajo diferentes tratamientos de sustrato y nutrientes así como tratamientos pregerminativos con el fin de desarrollar estandarizar la técnica de propagación de las semillas.

Se podrán realizar algunas podas del árbol para estimular su floración y fructificación de manera que las ramas puedan ser utilizadas para pruebas de propagación vegetativa como estacas, acodos etc.

Los individuos propagados podrán ser reintroducidos en su ecosistema original teniendo en cuenta los tratamientos 2, 3 y 4.

6. Restauración nacimientos de agua

Las afectaciones de estos lugares deben responder a evitar la evaporación y la entrada de tensionantes que generen transformaciones negativas de la estructura del suelo.

Patrón espacial

Las rondas de los nacimientos en primera instancia deben acogerse a las disposiciones establecidas por el código de recursos naturales el cual contempla una franja de vegetación protectora no menor de 30 m a partir de la periferia del nacimiento.

El patrón espacial de un nacimiento se plantea con la realización de franjas concéntricas que siguen la forma del nacimiento, cada una con funciones diferentes (figura 5):

Franja doble propósito:

Su función es hacer del espacio exterior de la protección del nacimiento una barrera agradable a la comunidad y una interfase espacial entre los sistemas productivos y la zona de protección. Es recomendable el uso de especies frutales y ornamentales de tipo arbóreo.

Ej.: pera, durazno, uchuva, mora silvestre, cerezo, ciruelo, tomate de árbol, combinadas con *Vallea stipularis*, *Alnus acuminata*, *Viburnum triphyllum*, *Brugmansia* spp.

Franja de barrera protectora:

Su función es hacer de barrera a la entrada de ganado o personas, es recomendable el uso de especies con follaje muy denso y espinosas, estas barreras son muy efectivas en la protección del nacimiento, especialmente en lugares con potreros en pastoreo activo.

Ej.: *Duranta mutisii*

Xylosma spiculiferum

Berberis rigidifolia

Hesperomeles spp

Franja de infiltración:

Su función es ampliar la capacidad de infiltración, mejorando la estructura del suelo mediante el aporte de hojarasca. Es recomendable el uso de arbolitos con tasas altas de recambio de hojas; esto se da especialmente en especies con hojas membranosas de las familias Solanaceae, Piperaceae, Araceae.

Ej.: Piper bogotense + Solanum nigrum

Piper lacunosum + Datura arborea

Piper bogotense + Brugmansia spp

Solanum spp + Cestrum spp + Cordia lanata

Piper spp + Chusquea spp

Franja de control de evaporación:

Su función es disminuir la evaporación del espejo de agua, se recomiendan especies enmarañantes de porte arborescente, herbáceas de gran porte o bambusoides (Chusques).

Ej.: Chusquea spp + Rubus bogotense

Chusquea spp + Rubus floribundum

Cortaderia nitida + Rubus spp

Franja de acceso:

Solo cuando se trate de nacimientos sobre los cuales se saca directamente el agua para el consumo, es necesario determinar un corredor de acceso de un ancho no mayor de 50 cm, con el fin de evitar que el mantenimiento y manejo de las mangueras genere impactos negativos sobre la cobertura vegetal, el acceso al corredor o puerta de entrada debe ser seguro.

Patrón temporal

- La implementación de este tratamiento asume un trabajo previo de educación ambiental a la comunidad sobre el cuidado y mantenimiento de

la vegetación plantada.

- **Una actividad previa a la siembra es el establecimiento de un cercado protector preferiblemente a cuatro hilos, se recomienda pintar el cerco de color amarillo con el fin de representar que se trata de un área intangible.**
- **La siembra se realizará en orden temporal de adentro hacia fuera del nacimiento, estableciendo primero la franja de control de evaporación, luego la de infiltración, la protectora y la de doble propósito.**
- **Las especies que conformarán las barreras serán seleccionadas de acuerdo con el tipo de vegetación existente en la localidad, siguiendo la pauta plantación seral, arriba explicada.**
- **Establecidos los árboles se puede realizar mantenimiento a su cobertura (podas), especialmente en la zona doble propósito con el objeto de aumentar su productividad de fruta y aumento de follaje y flores para el caso de los árboles ornamentales.**

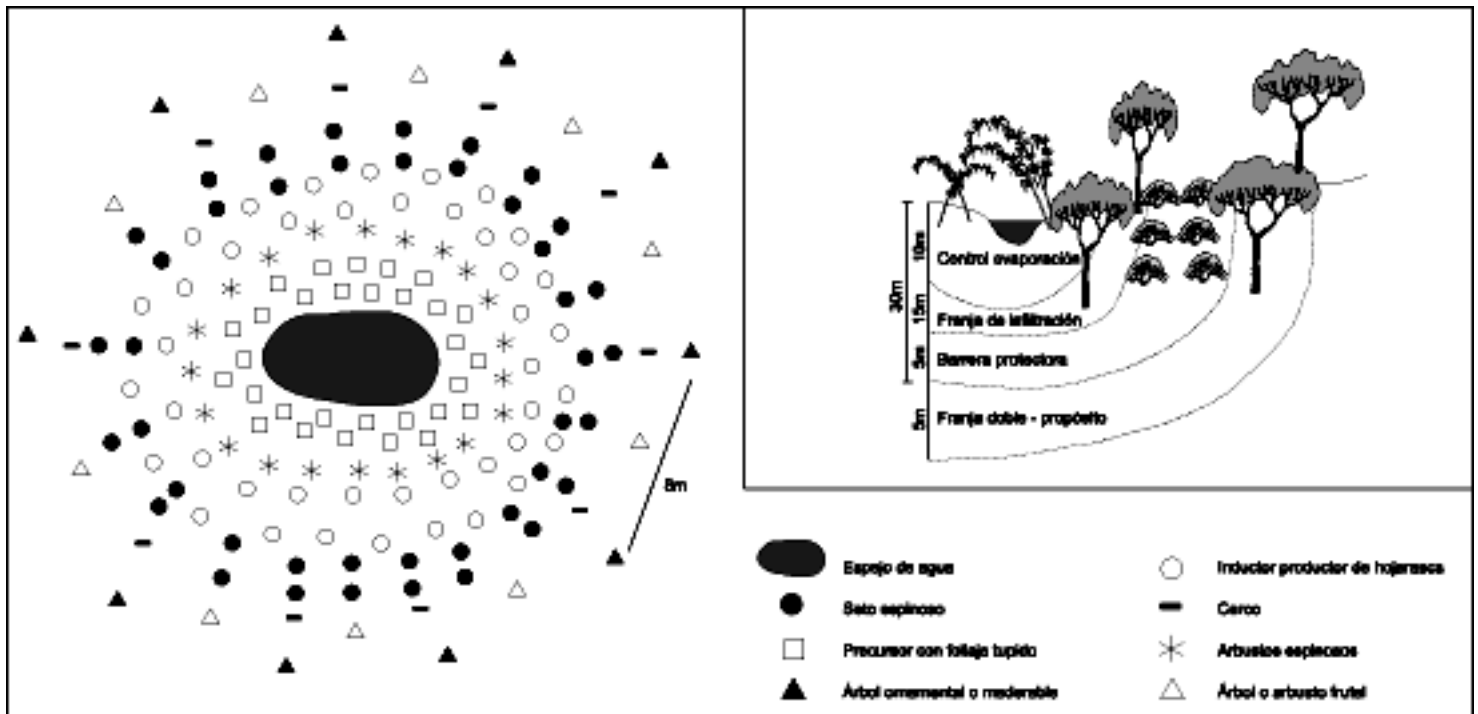
Fórmulas florísticas

Las fórmulas florísticas se presentan en cada una de las franjas y pueden ser variadas de acuerdo al potencial biótico local.

Herramientas complementarias

Previo al establecimiento de la franja de control de evaporación, si se ha decidido plantar especies enmarañantes de tipo enredadera se requerirá establecer algunos soportes para las mismas.

Figura 5, Restauración de nacimientos de agua



7. Restauración de microcuencas abastecedoras

Los tratamientos de las afectaciones más frecuentes de las quebradas y ríos abastecedores deben responder a evitar la disminución de la calidad del agua por aporte de sedimentos por erosión de las márgenes, aumentar la captación de agua por la cobertura vegetal en las zonas de recarga y exurgencia del acuífero.

Se debe ejercer control sobre tensionantes que generen transformaciones negativas de la estructura del suelo.

Las rondas protectoras de las microcuencas en primera instancia deben acogerse a las disposiciones establecidas por el código de recursos naturales el cual contempla una franja de vegetación protectora no menor de 30m a lado y lado de las márgenes.

Los tratamientos para microcuencas se plantean específicamente para tres áreas particulares de captación de agua:

- Núcleos de condensación
- Zonas de exurgencia
- Zonas de recarga del acuífero
- Márgenes

Patrón espacial

Núcleos de condensación:

Los núcleos de condensación son lugares atmosféricamente muy húmedos, por lo general se presentan en abrigos rocosos y áreas a barlovento en medias laderas o cimas.

Se recomienda un patrón de siembra que siga los drenajes y en lugares de ladera un patrón al tresbolillo.

Es preferible el uso de especies con hojas muy pequeñas y ramificación profusa con el fin de optimizar la condensación de agua.

Zonas de exurgencia freática:

El tratamiento se regirá con las especificaciones del literal 6.

Zonas de recarga del acuífero:

El patrón espacial puede ser en barrera si se ubica en una cima o al tresbolillo para laderas. Contempla el establecimiento de especies alta deposición de hojarasca, árboles de hojas diminutas (follaje micrófilo, coadyuvante de la condensación).

Márgenes:

Cuando las márgenes presenten continuos desplomes se recomienda utilizar especies con raíces extensas y profundas, como el caso de los chusques y Cyperáceas de gran porte (Cortaderia spp).

Márgenes estables pueden soportar tipos arbóreos.

Patrón temporal

El patrón general temporal para tratamientos en microcuencas parte de abordar en primera instancia la cuenca alta, cuenca media después y finalmente la baja, podrán atenderse paralelamente nacimientos de agua y zonas de recarga claves para la producción de agua en la microcuenca.

Herramientas complementarias

- Jarillones: se trata de pequeñas represas sobre las quebradas, utilizadas para aumentar la capacidad de almacenaje y regulación de agua especialmente en épocas de invierno intenso y de crecidas respectivamente.

La infraestructura es rudimentaria, se trata de una excavación más bien somera, con una capa de roca en el fondo y una externa de cemento que recubre la superficie excavada para evitar la infiltración del agua.

- Jagüey: Es un pozo somero frecuentemente utilizado para atrapar aguas lluvias, sostiene el caudal liberando el agua en el verano.

- Banquetas y pequeños reservorios: excavaciones pequeñas y someras con fondo de tierra apisonado, generalmente la periferia se constituye a manera de

montículos del material sacado en la excavación. Su función además del almacenaje, es aumentar la infiltración debido al peso que ejerce sobre el suelo el agua almacenada.

8. Cordones protectores de márgenes de río y quebrada

Los cordones protectores tienen la finalidad de reducir la erosión fluvial en las márgenes, aumentar la infiltración y la capacidad de campo, y disminuir las avenidas y la evaporación.

El cordón protector, se comporta como una barrera al aporte de sedimentos hacia los cuerpos de agua y un multiplicador del almacenaje de agua en el subsuelo.

Patrón espacial

La plantación se debe realizar al tresbolillo, a una distancia aproximadas de 2 m entre sí, si se trata de precursores leñosos y de 6m si se trata de inductores entre sí. Los cordones protectores deben estar conectados a parches relictuales mediante estribones de dispersión ornitócora.

En quebradas o ríos aledañas a potreros activos se deben establecer externamente franjas de tipo protector o barreras antiguanado aplicando las fórmulas de estos tratamientos.

Patrón temporal

Se debe priorizar el plantar inicialmente las zonas completamente desprovistas de vegetación y las que presentan desplomes frecuentes, los drenajes también son los puntos clave para el inicio de las siembras.

Fórmulas Florísticas

Teniendo en cuenta las características tanto del follaje como el tipo de raíz y la tolerancia a suelos anegados o deficientemente drenados, se recomiendan las siguientes combinaciones para los cordones:

- *Alnus acuminata* + *Vallea stipularis* + *Chusquea scandens* + *Viburnum triphyllum*
- *Piper lacunosum* + *Piper bogotense* + *Solanum oblongifolium*
- *Hedyosmum bonplandianum* + *Verbesina* sp. + *Axinaea macrophylla* (en lugares atmosféricamente muy húmedos)
- *Barnadesia spinosa* + *Piper lacunosum* + *Piper bogotense*
- *Abatia parviflora* + *Cordia lanata* + *Oreopanax floribundum*
- *Vallea stipularis* + *Viburnum* spp.
- *Duranta mutisii* + *Xylosma spiculiferum* + *Vallea stipularis*

- *Myrcianthes leucoxyla* + *Viburnum tinoides* + *Duranta mutisii*
- *Smallanthus pyramidalis* + *Myrcianthes leucoxyla* + *Viburnum tinoides*
- *Duranta mutisii* + *Rubus bogotense* + *Alnus acuminata*
- *Vallea stipularis* + *Hesperomeles goudotiana* + *Duranta mutisii*
- *Chusquea scandens* + *Hedyosmum bonplandianum*
- *Alsophila frigida* + *Chusquea scandens*

La primera de estas fórmulas constituye una réplica de la conformación básica del bosque de alisos y es, por tanto, la principal fórmula de revegetalización para las márgenes hídricas, por debajo de los 3000 msnm. Por encima de dicha altura debe excluirse *Alnus* de la fórmula. Por encima de los 3200 msnm esta fórmula se reduce a *Vallea stipularis* + *Chusquea scandens*.

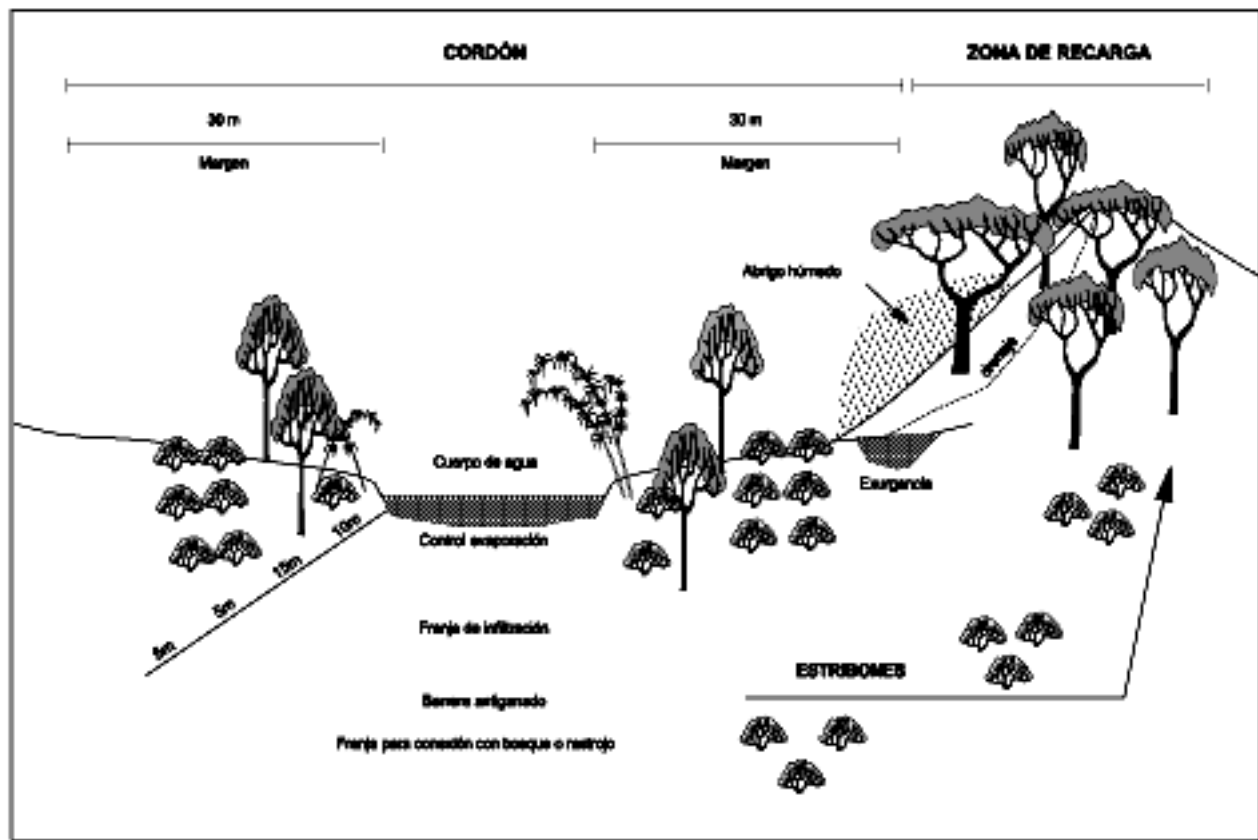
Tanto *Chusquea scandens* como *Alnus acuminata* deben constituir el grueso de la revegetalización en márgenes y nacederos. Junto con las especies de *Piper* pueden propagarse copiosamente por medios vegetativos (en *Alnus* se prefiere por semilla), por lo cual representan una alternativa rápida de revegetalización de quebradas.

Para áreas de alturas mayores a los 3100 msnm en valles aluviales amplios con suelos predominantemente arcillosos y muy húmedos atmosféricamente pueden establecerse fórmulas como:

- *Polylepis cuadrijuga* – *Chusquea weberbauerii*
- *Polylepis cuadrijuga* – *Escallonia myrtilloides* – *Chusquea weberbauerii*

En la figura 6 aparece un ejemplo de perfil de cordón ripario.

Figura 6, Cordones riparios



9. Barreras cortaviento

Estas tienen la finalidad oponerse a las corrientes de aire, creando pequeñas turbulencias, con lo que se reduce la velocidad del viento y por ende la erosión eólica y la desecación del lugar. Esto favorece el desarrollo del suelo y la acumulación de una capa de aire húmedo sobre el lugar, con lo que mejora el balance hídrico local, disminuye la incidencia de heladas y se regula la temperatura, suavizando los picos de enfriamiento y sobrecalentamiento.

Estos cambios constituyen una mejora del microclima, lo cual es uno de los principales factores de avance sucesional, al aumentar la eficacia fotosintética y el crecimiento de la biomasa.

Patrón espacial

El diseño de las barreras debe tener en cuenta la dirección del viento, la barrera se debe ubicar perpendicular a la dirección de los vientos dominantes. Puesto que en el área de estudio predominan los sistemas de circulación de fondo–valle (con vientos diurnos ascendentes y nocturnos descendentes), las barreras deben seguir, preferencialmente, las curvas de nivel.

El patrón de plantación es al tresbolillo y con tres estratos: bajo, medio y alto los cuales deben conformar tres surcos, la densidad depende de las especies a utilizar, pero es recomendable que al usar precursores leñosos la distancia sea de 1 m entre individuos. La densidad de follaje de la barrera debe ser de aproximadamente el 50–65% para que no se creen remolinos fuertes.

En su aplicación debe recordarse que el efecto de las barreras de viento se extiende a sotavento en una distancia de 10 a 15 veces la altura de la barrera.

Las barreras de viento se recomiendan especialmente para dos fines:

a. Las cuchillas de las sierras y las principales estribaciones, sobre las cuales los vientos tienden a desarrollar mayor velocidad, erosión y desecación. Estas barreras son vitales en las cimas de los Cerros Bogotanos, sobre toda la divisoria de aguas entre el Teusacá y el Bogotá.

b. En combinación con las plantaciones de los precursores leñosos de los sitios atmosféricamente secos (principalmente *Diplostegium rosmarinifolium* y *Myrica parvifolia*). En estas locaciones se pueden disponer las barreras en franjas espaciadas 50–100 m entre sí.

En la figura 7 se presentan los tipos de barreras. En la figura 8 se presentan los perfiles de barreras contra viento de tres líneas, de dos líneas y de hilera simple. Las cuales se aplican dependiendo de la velocidad del viento.

Figura 7, Función y tipo de barreras vegetales

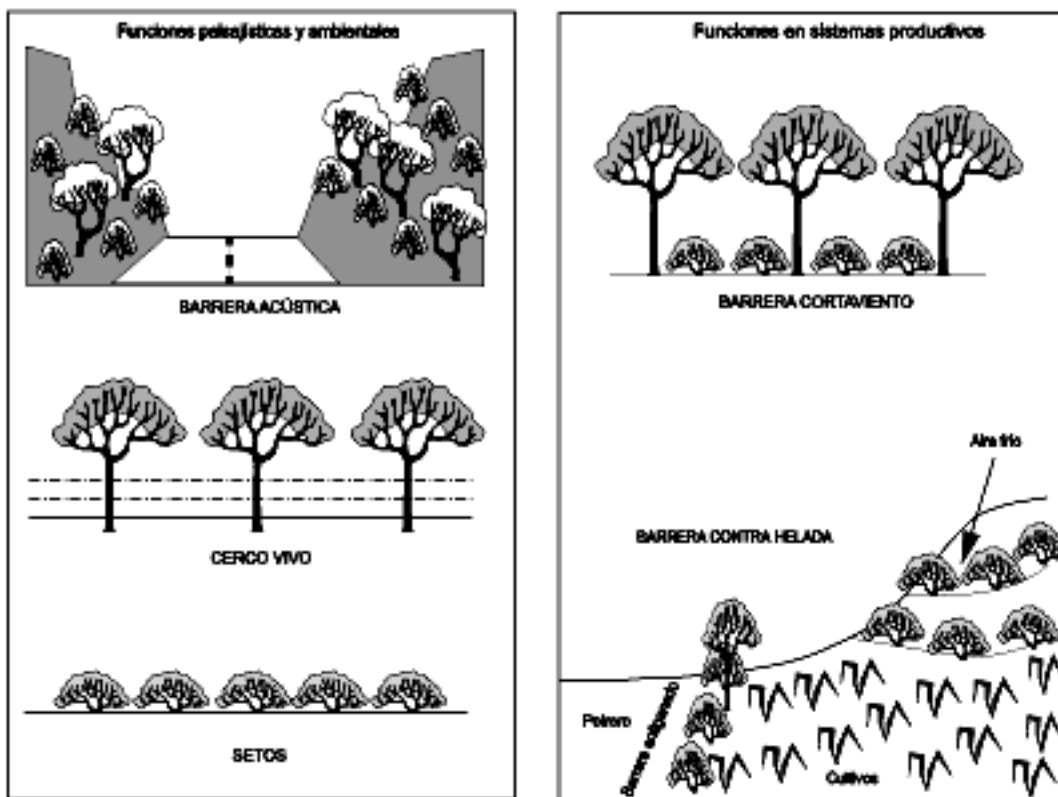
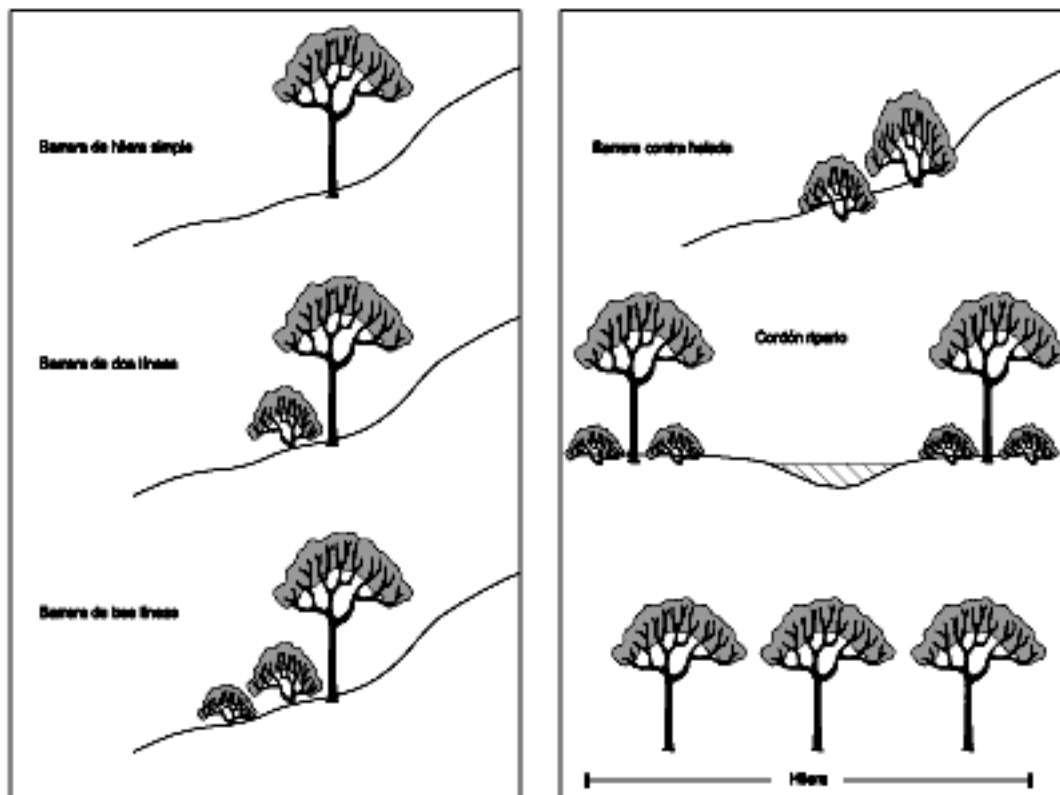


Figura 8, Perfil patrón vertical de barreras vegetales



Patrón temporal

La temporalidad de este tratamiento, no es tan compleja como la plantación seral, se requiere que al semestre de implementada, se realicen podas para consolidar la barrera. En los casos en los que se utilicen precursores leñosos se debe hacer una entresaca de retoños y plántulas en los bordes de la barrera, para evitar que se amplíe.

Fórmulas florísticas

ESTRATO ALTO ESTRATO MEDIO ESTRATO BAJO

Pinus patula + *Baccharis latifolia* + *Myrica parvifolia*

Pinus patula + *Baccharis latifolia* + *Symplocos theiformis*

Pinus radiata + *Eupatorium angustifolium* + *Myrica parvifolia*

Cupressus lusitanica + *Tibouchina grossa* + *Ardisia* sp.

Acacia decurrens + *Baccharis latifolia* + *Symplocos theiformis*

Acacia decurrens + *Baccharis latifolia* + *Myrica parvifolia*

Eucalyptus cryodora + *Eupatorium angustifolium* + *Symplocos theiformis*

Clethra fimbriata + *Bucquetia glutinosa* + *Gaultheria anastomosans*

Clethra fimbriata + *Bucquetia glutinosa* + *Pernettya prostrata*

Alnus acuminata + *Viburnum triphyllum* + *Cortaderia nitida*

Alnus acuminata + *Eupatorium angustifolium* + *Cortaderia nitida*

Estas fórmulas son, además, aptas para fines de jardinería, dado el contraste de los tonos de follaje y la armonía arquitectónica de las especies en cada terna.

Como se puede ver, en las primeras siete se emplean especies exóticas de rápido crecimiento. Sus compañeras de fórmula se han escogido tanto por su aptitud morfológica y fisiológica (para barrera), como por haber sido observadas en asociación a cultivos forestales de las respectivas exóticas acompañantes.

Estas siete fórmulas de barreras han de ser las de uso más generalizado en el proyecto. Sin embargo, no deben ser utilizadas en proximidad (mínimo 30 mts) de nacederos, márgenes hídricos o zonas de exurgencia freática difusa.

La anterior consideración debido a que:

- Las especies de rápido crecimiento consumen más agua.
- Su desarrollo se ve desfavorecido por niveles freáticos altos.
- Las zonas de exurgencia y riparias son húmedas de por sí, no necesitando barreras de viento como tales, sino sombra con otro tipo de vegetación protectora.

La ubicación de las nativas de cada terna, en las tablas de selección de especies, determina la ubicación de la barrera por altitud y tipo de sustrato.

Debe tenerse en cuenta, además, que por debajo de los 3000 msnm, deben preferirse las barreras de *Alnus acuminata*.

Las barreras con *Clethra fimbriata* sólo se aplican para los subpáramos húmedos, por encima de los 3200 msnm, en puntos bien drenados, donde pueden combinarse con *Cupressus lusitanica*, como primera fila (completando cuatro)



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



11. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN : Tratamientos del 10 al 18

10. Barreras contra heladas

Las barreras contra heladas (fig. 7 y 8) detienen las capas de aire frío que descienden por las pendientes evitando el marchitamiento de los cultivos o jardines.

Patrón espacial

La plantación de la barrera se debe realizar al tresbolillo y perpendicular a la pendiente, debe ser muy densa y continua. Se puede establecer también, un seto en diagonal y continuo hasta una quebrada o drenaje, con el propósito de obligar al aire frío a descender hacia otra zona donde no haya cultivos o jardines.

Las distancias entre individuos dependen de la especie a utilizar. Es recomendable que con precursores leñosos las distancias sean de 1 m entre individuos y para inductores preclimáticos, mínimo de 3 m.

Patrón temporal

La temporalidad de este tratamiento, no es tan compleja como la plantación seral, se requiere que al semestre de implementada, se realicen podas para consolidar la barrera. En los casos en los que se utilicen precursores leñosos se debe hacer una entresaca de retoños y plántulas en los bordes de la barrera, para evitar que se amplíe o aplicar zanjas retardantes de regeneración (ver herramientas complementarias).

Fórmulas florísticas

- Gaultheria anastomosans + Pernettya prostrata
- Gaultheria anastomosans + Senecio pulchellus
- Myrica parvifolia
- Myrica parvifolia + Symplocos theiformis
- Myrica parvifolia + Baccharis latifolia

- *Duranta mutisii* + *Rubus bogotense*
- *Sambucus peruviana* + *Symplocos theiformis*
- *Eupatorium aristeii* + *Baccharis latifolia*
- *Miconia squamulosa* + *Duranta mutisii*

Herramientas complementarias

Zanjas retardantes de regeneración:

Se trata de zanjas de 1m de ancho y 40 cm de profundo, a las cuales se les aplica aserrín de eucalipto y hojas verdes del mismo o agujones de *Pinus patula* (Mulch), se ubican en el borde de las barreras compuestas por precursores leñosos con el fin de evitar la expansión de la barrera, lo que evita costos en mantenimiento de la barrera. Las zanjas pueden ser alimentadas con material nuevo cuando el mulch se ha descompuesto.

11. Barreras antigano

Las barreras antigano tienen la función de evitar el paso del ganado al interior de los bosques, las plantaciones del proyecto y zonas de conservación estricta (ej.: nacederos). Las especies que se recomiendan son poco palatables y en algunos casos ligeramente tóxicas para el ganado.

Puesto que los bovinos son bastante sensibles a su propia eficiencia de forrajeo, cualquier disminución de ésta, como la ingestión de material áspero, amargo o pobre en nutrientes, el estorbo del ramoneo por espinas, o el malestar fisiológico ligero, son factores de disuasión eficaces.

Este tipo de barrera es útil para la protección de áreas de cultivo, nacederos, bosques, rastrojos y barbechos en recuperación, así como en la restauración de ecotonos con potreros.

Patrón espacial

En márgenes de ríos y quebradas, con erosión intensa, se deben ubicar bordeando externamente los cordones protectores.

La distancia de plantación se realiza en tresbolillo con 1 m de distancia entre individuos, y con un mínimo de tres filas.

Se puede aplicar como barrera de dos o tres líneas (figura 8).

Patrón temporal

La temporalidad de este tratamiento, no es tan compleja como la plantación seral, se requiere que al semestre de implementada, se realicen podas para consolidar la barrera. En los casos en los que se utilicen precursores leñosos se debe hacer una entresaca de retoños

y plántulas en los bordes de la barrera, para evitar que se amplíe.

Cuando la barrera se implementa con individuos de altura menor de 1 m, es posible que el ganado la ramonee, por lo que se debe realizar su reemplazamiento.

Fórmulas florísticas

- **Duranta mutisii + Eupatorium aristeii**
- **Hesperomeles spp.**
- **Berberis rigidifolia + Duranta mutisii**
- **Hesperomeles goudotiana + Duranta mutisii**
- **Xylosma spiculiferum + Duranta mutisii**
- **Barnadesia spinosa + Duranta mutisii**
- **Eupatorium aristeii + Hypericum goyanesii**
- **Prunus serotina + Duranta mutisii**
- **Myrcianthes leucoxyla + Duranta mutisii**

Con *Ulex europaeus*, aunque útil como barrera en suelos bien drenados, debe tenerse cuidado de no plantarla en proximidad de potreros con drenaje lento a deficitario, donde se convierte en plaga, provocando problemas con los propietarios.

12. Cercas vivas

Las cercas vivas tienen como objetivo principal delimitar lotes o impedir el paso de animales, ocasionalmente pueden ser utilizadas para abastecerse de leña, forraje varas o postes.

Patrón espacial

La plantación se debe realizar en hilera conservando una distancia de 1 a 2 m entre individuo. Los individuos maduros son utilizados como sustituto de los postes de madera o piedra convencionales, fijando el alambre a sus fustes (fig. 7).

Patrón temporal

Las cercas vivas requieren especial cuidado en el cambio de las distancias del cerco a medida que crecen los árboles, este mantenimiento se puede realizar bianualmente.

Adicionalmente, los árboles plantados deben someterse a podas de sus ramas bajas (menores de 2 m) para conservar el fuste recto.

Fórmulas florísticas

La capacidad de reiteración y clonación son los factores que se han tenido en cuenta para recomendar las siguientes especies:

- **Miconia squamulosa**
- **Viburnum triphyllum**
- **Clethra fimbriata**
- **Cupressus lusitanica**
- **Escallonia paniculata**
- **Eucalyptus globulus**
- **Salix humboldtiana**
- **Prunus serotina**

Un beneficio indirecto de las cercas vivas es la fertilización del suelo de los potreros, para lo cual se recomienda:

- **Alnus acuminata**
- **Acacia decurrens**

Alternativamente, Baccharis latifolia puede utilizarse como suplemento de forraje en épocas de escasez de pastos.

13. Modelos agroforestales

Si bien, la ganadería lechera y el cultivo de la papa, que antaño ocuparan las mayores extensiones dentro del Distrito, hoy día se han visto desplazados por la urbanización y la especulación de tierras, estas actividades siguen teniendo gran importancia en algunas localidades y para no pocas familias oriundas de Santa Fe.

El cultivo de la papa es un sistema de producción extendido en las áreas suburbanas y rurales del Distrito, muy frecuente por encima de los 2900 msnm, debido a que en las partes bajas hay una mayor incidencia de plagas y pestes. Esto lleva a que los cultivos de papa, se sitúen sobre sitios con pendientes fuertes y los nacimientos y cabeceras de las quebradas. En estos puntos, frecuentemente se

labran surcos profundos cuesta abajo, utilizando tractor o yunta.

En el caso de la ganadería, se trata de explotaciones poco tecnificadas y con baja densidad de animales. Sin embargo, en áreas con pendientes fuertes y suelos intrínsecamente frágiles, el mal manejo de los potreros ha llevado a un intenso terraceo por pie de vaca.

Los animales penetran, además, en los relictos boscosos colindantes con los potreros, en el interior de los cuales crean amplios callejones, ramonean las yemas de los arbolitos juveniles, y consumen o pisotean las plántulas.

Está, además, la costumbre de quemar los páramos, para alimentar el ganado con los rebrotes del frailejón.

Se trata en todos los casos de prácticas agrícolas o pecuarias de muy baja eficiencia y poco sostenibles, las cuales pudieran mejorarse por medio de prácticas agroforestales o silvopastoriles de bajo insumo, que al mismo tiempo mitigarían los efectos ambientales negativos del uso agropecuario.

Esto no significa, que no deban hacerse todos los esfuerzos posibles por excluir estos usos de zonas especialmente frágiles, así como de las zonas de recarga del acuífero, y las de exurgencia concentrada.

Los modelos agroforestales deben implementarse partiendo de la inclusión de algunas de las herramientas vegetales de plantación lineal ya mencionadas:

Las barreras de viento y contra heladas sirven para el mejoramiento microclimático, la protección de los cultivos y, adicionalmente, pueden servir para la producción de forraje suplementario (con *Baccharis latifolia* y *Alnus acuminata*).

En los terrenos marginales y áreas rurales (porciones de la finca degradadas por la sobreexplotación) se pueden establecer setos y agregados formadores de suelo, así como estribones de dispersión.

Las barreras antigano pueden utilizarse para la división y manejo de los potreros (excluyendo invasoras agresivas como *Ulex europaeus*).

Las cercas vivas pueden utilizarse para la demarcación de los linderos y la producción de postes y leña.

Los cordones riparios (sobre las acequias) y los cordones de dispersión sobre los linderos, complementan el modelo, protegen el suministro de agua de la finca y sostienen poblaciones de insectos predadores y pequeños vertebrados insectívoros que contribuyen al control de plagas y la disminución de pérdidas en las cosechas.

Se proponen, además, otras herramientas y fórmulas, importantes en la implementación de modelos agroforestales en las fincas.

Patrón espacial

Aquí se plantean algunas fórmulas agroforestales, con miras a concentrar los esfuerzos y simplificar la tarea de su extensión.

- **Pastizal con árboles intercalados:**

Arboles al tresbolillo, 4 m entre árboles, 3 m entre líneas. Las líneas siguiendo las curvas de nivel.

- **Cercas vivas para producción de forraje suplementario:**

Arboles y arbustos al tresbolillo, en 3 líneas

2 hileras externas de arbustos

1 hilera media de árboles

3 m entre individuos, 2 m entre líneas

Fórmulas florísticas

Silvopastoriles:

- **Pastizal de *Pennisetum clandestinum* con *Alnus acuminata***
- **Pastizal de *Holcus lanatus* con *Alnus acuminata***
- **Barreras en contorno de *Alnus acuminata* + *Baccharis latifolia***

Por debajo de los 2800 msnm vale la pena experimentar la aclimatación de *Erythrina edulis* («chachafruto»).

Agroforestales:

- **Hileras intercaladas de *Alnus acuminata* + *Lupinus mutabilis***

Cada 10 surcos de papa, una franja de 3 m de ancho, en la mitad de la cual se siembre una línea de *Alnus acuminata* intercalado con *Lupinus mutabilis*, con distancias de 3 m entre individuos.

Estas especies mejoran el microclima, los suelos y la producción. De la primera puede cosecharse forraje y madera; de la segunda pueden cosecharse los frutos para alimentación humana y animal (recordando el remojo para la eliminación de los alcaloides).

Para huerto medicinal:

En las fincas y jardines pueden establecerse huertos de plantas aromáticas y medicinales, entre las cuales se pueden incluir herbáceas, arbustos y árboles.

Para huerto de frutales:

A un lado del anterior, o combinados (multiestrata) pueden ubicarse frutales, para el enriquecimiento de la dieta familiar, así como para la generación de pequeños excedentes comercializables. Entre las especies de frutales que se recomiendan están:

- **Manzano sabanero**
- **Feijoa**
- **Manzano europeo**
- **Curuba**
- **Ciruelo europeo**
- **Gulupa**
- **Cerezo europeo**
- **Guatilla**
- **Durazno**

Para huerto tintóreo:

En las fincas de sus miembros (mujeres campesinas en su mayoría) se requiere la plantación de pequeños arboretos de las especies tintóreas utilizadas en artesanías de cerámica y tintura de lana virgen.

Plantaciones dendroenergéticas

En zonas con carácter rural resiliente, en las que aún se cocina principalmente con leña, y en las zonas de ocupación densa por «chalets» donde se consume leña para calefacción en las chimeneas, se requiere el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas.

Estas deben producir postes además de leña para la venta. Con esto se aspira a suplir la demanda de estos productos, la cual promueve la entresaca de los relictos boscosos del área.

Estas plantaciones se establecen al tresbolillo (para mayor aprovechamiento del espacio).

Para producción de postes se pueden implementar:

Fórmula florística

- **Miconia squamulosa + Vallea stipularis**

Patrón espacial

- **3 m entre individuos, 2.5 m entre líneas.**
- **Líneas intercaladas: 1 de Miconia squamulosa – 1 de Vallea stipularis**
- **La primera se cosecha en turnos cortos y rebrota.**

Fórmula florística

- **Eucalyptus globulus + Miconia squamulosa**

Patrón espacial

- **3 m entre individuos, 3 m entre líneas**
- **Líneas intercaladas.**

Para leña y forraje son exitosas:

Fórmula florística

- **Acacia decurrens + Baccharis latifolia**

Patrón espacial

- **3 m entre individuos, 2.5 m entre líneas**
- **Líneas intercaladas.**
- **El forraje, producido por Baccharis, puede henificarse.**

Fórmula florística

- **Pinus radiata (o Cupressus lusitanica) + Baccharis latifolia**

Patrón espacial

- **3 m entre individuos, 2.5 m entre líneas**

14. Desinfestación de invasión de *Ulex europaeus*

La invasión del retamo espinoso por su alta capacidad de reproducción, su persistencia ante perturbaciones (fuego y tala) y su alta competitividad sobre las especies nativas, a generado una disminución considerable sobre la disponibilidad de áreas verdes para recreación y paisaje amable para el ciudadano del Distrito.

Sobre este aspecto, se ha tenido poca atención técnica, a pesar de ser un problema de amplia cobertura en el territorio del Distrito. Con base en experimentos puntuales (FEBB, 1998), se plantea este tratamiento, el cual debe ser ajustado y monitoreado para ampliar su rango de eficiencia.

Una recomendación que debe ser tomada en cuenta es la NO aplicación de fuego a estos agregados, ya que aumenta la capacidad de reiteración o retoño y estimula la germinación de las semillas, densificando aún más los agregados.

Patrón espacial

El área a tratar se dividirá en dos zonas de manejo así:

Zonas de sombreado artificial y herbicidas sistémicos:

Se aplicará sombreado artificial con telas oscuras de polietileno (ver figura 3.b) y al tiempo se aplicará un herbicida sistémico sobre la base de los tallos para de los individuos que presenten más vigorosidad después del sombreado. Los individuos de *Ulex* con mayor diámetro en el tronco se priorizarán para la aplicación del herbicida sistémico con el fin de que se extienda por las raíces subterráneas de las cuales se derivan individuos clonales, eliminando más rápidamente los agregados.

Zonas de enriquecimiento:

Mediante la aplicación de túnel estrecho se realizarán enriquecimientos con individuos de porte no menor a 2 m con las especies recomendadas. Las plantas se sembraran a distancias de 5 m para el caso de inductores y de 3m para el caso de precursores leñosos.

Patrón temporal

La desinfestación debe comenzar por los lugares en donde *Ulex* tiene menos ventaja competitiva (fuera de su rango óptimo ecofisiológico), así:

- Iniciar por suelos arenosos y bien drenados hacia las partes más altas.
- Continuar con las zonas planas anegadas.
- Terminar el tratamiento en las zonas planas con nivel freático alto

no anegadas.

Fórmulas florísticas

- **Vallea stipularis**
- **Verbesina elegans**
- **Viburnum spp.**
- **Rubus spp.**
- **Abatia parviflora**
- **Baccharis latifolia**
- **Muehlenbeckia thamnifolia**
- **Passiflora spp.**

15. Manejo de sucesiones pirogénicas

El manejo de las sucesiones pirogénicas, es decir, de vegetación o combinaciones de tipos de vegetación con tendencia recurrente a propiciar incendios, debe contar necesariamente con un cuerpo de herramientas complementarias que garantice a mediano y largo plazo su éxito en la prevención y control de los mismos.

Los lugares afectados por incendios deben ser tratados por zonas dependiendo de las coberturas vegetales presentes.

Patrón espacial

Se realizará una zonificación para realizar los tratamientos así:

- **Áreas coadyuvantes:** Son áreas en el terreno que por su condición ambiental propician los incendios, estas son zonas con desechos y basura especialmente vidrio y papel, zonas con depósito de residuos de madera o aserrín, o áreas con evacuación de combustibles aceites.

A estas áreas se les realizará una limpieza, de tal manera que el terreno quede desprovisto de los materiales que pueden propiciar un incendio.

- **Áreas de vegetación pirogénica:** Aquellas que presentan en su cobertura vegetal especies pirogénicas conformando agregados muy extensos de más de 10 m de radio, como el caso de plantaciones de pino (*Pinus radiata*, *Pinus patula*), eucaliptales (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus falcatus*) muy densos y matorrales extensos de laurel

hojipequeño *Myrica parvifolia* y de *Ulex europaeus* en lugares atmosféricamente muy secos y bien drenados o bien los terrenos con combinaciones de estos tipos de coberturas.

En estas áreas se realizará una entresaca selectiva evitando la cercanía entre de individuos de especies pirogénicas.

- **En las áreas arrasadas por incendio, se establecerán estribones ornitócoros con las especies indicadas en el literal 25 con el fin de promover la dispersión de las mismas sobre las nuevas áreas a colonizar. Los retoños de las especies pirogénicas se eliminarán por sombreado artificial (ver figura 3 b).**

Los individuos pirogénicos serán reemplazados por especies piroclásticas. Las especies piroclásticas de porte arbustivo (precursores leñosos) se podrán distribuir conformando agregados con distancias al tresbolillo de 2 m y las de porte arbóreo (inductores preclimáticos) con distancias entre sí de 5 m a 6 m.

- **Para el caso de las plantaciones de Pino o eucalipto se podrán aplicar los tratamientos de franjas de enriquecimiento como se describe en el literal 16.**
- **Mapa local de dirección del viento: Se elaborará un pequeño mapa sobre la dirección de los vientos con el fin de aplicar las herramientas complementarias adecuadamente.**

Patrón temporal

Las acciones se realizarán en la siguiente secuencia cronológica:

- **Aplicación de fuego prescrito: Si técnicamente se considera necesario para prevenir incendios más extensos.**
- **Apertura de barreras cortafuegos.**
- **Limpieza preventiva de basuras del terreno.**
- **Aplicación de entresacas selectivas y sombreado artificial en áreas pirogénicas**
- **Aplicación de revegetalización de especies piroclásticas en áreas incendiadas y en zonas entresacadas**
- **Seguimiento y monitoreo trimestral en el primer año y semestral años subsiguientes.**

Fórmulas florísticas

Especies pirogénicas:

- **Myrica parvifolia**
- **Pinus patula**
- **Pinus radiata**
- **Ulex europaeus**
- **Eucalyptus spp**

Especies piroclásticas:

- **Clusia multiflora**
- **Macleania rupestris**
- **Cavendishia cordifolia**
- **Vallea stipularis**
- **Viburnum triphyllum**

Herramientas complementarias

Fuego prescrito:

Es un fuego planificado que se aplica con el fin de prevenir incendios de mayor cobertura e intensidad. Consiste en la aplicación controlada del fuego mediante acciones de aplicación y apagado. Esta técnica, debido a sus riesgos, solo puede ser aplicada por expertos.

Barreras cortafuegos:

Se trata de la eliminación de toda cobertura vegetal en franjas de aproximadamente 1m de anchas, ubicadas perpendicularmente a la dirección del viento, estas barreras tendrán se distribuirán a largo del área a tratar, en los lugares más estratégicos.

Barreras piroclásticas:

Establecimiento de barreras con especies piroclásticas a manera de cordones densos. Tienen la doble finalidad de frenar o retardar la expansión de fuegos y de inducir la transformación sucesional de coberturas más a menos inflamables.

Aplicación de compuestos químicos:

En caso de fuego prescrito puede aplicarse hidrogel protector a infraestructura o áreas vulnerables. Este material es un polímero hidrófilo de baja densidad, aún nuevo en el mercado y, por tanto, actualmente de difícil consecución.

16. Restauración de ecosistemas en plantaciones forestales de exóticas

La función principal de este tratamiento es regular y corregir los efectos negativos de plantaciones densas monoespecíficas de exóticas. La ausencia de manejo de estas plantaciones a generado en algunos casos compactación y acidificación del suelo, descenso de la capacidad regenerativa de los suelos, baja oferta alimentaria para la fauna local y transformaciones en sobre la capacidad de recarga de los acuíferos. A continuación se abordan los tratamientos para iniciar la recuperación de los ecosistemas afectados.

Patrón espacial

La plantación a tratar debe ser zonificada con base en las distancias entre individuos, estado del suelo y colonización de nativas:

- Área de entresaca:** Para aquellas zonas con distancias entre individuos menores de 5 m, se realizará entresaca selectiva bajo recomendación de un ingeniero forestal.
- Áreas de apertura de vuelo:** Para aquellas zonas con distancias entre individuos mayores de 7m, se realizarán podas de las ramas más altas para estimular la regeneración del bosque nativo.
- Franjas de enriquecimiento:** Para aquellas zonas que presentan regeneración de bosque nativo en el sotobosque recuperación de suelo en los claros de la plantación o lugares ya aprovechados.

Previamente se realizará una entresaca de manera que queden franjas para revegetalizar con especies nativas de un ancho mínimo de 7m, la siembra de las especies nativas se realizará con patrón al tresbolillo con distancias entre sí de 3m para el caso de precursores leñosos y para inductores preclimáticos distancias entre 5 a 7m.

Se planearán las franjas con una orientación transversal a la pendiente de manera que las franjas plantadas sirvan como barreras microclimáticas.

- Áreas de recuperación de suelos:** En claros de la plantación o lugares ya aprovechados, se podrán aplicar tipos de fertilización: encalado, aplicación de banco de semillas o quema fertilizante con el fin disminuir la acidez de los suelos y aumentar la probabilidad de regeneración natural.

Patrón temporal

El área se tratará por etapas secuenciales así:

- 1. Entresaca**
- 2. Apertura de vuelo**
- 3. Fertilización estratégica**
- 4. Plantación de franjas de enriquecimiento.**

Fórmulas florísticas

Las especies nativas a plantar en las primeras etapas deberán ser resistentes a condiciones de suelos ácidos, por lo que se recomienda iniciar con precursores leñosos como:

- Monina tintorea**
- Baccharis spp**
- Cestrum sp**
- Miconia squamulosa**
- Eupatorium angustifolium**
- Ageratina aristeii**
- Chusquea scandens**
- Monochaetum myrthoideum**
- Miconia spp**

Para el enriquecimiento de rastrojos dentro de las franjas se podrán utilizar las fórmulas del literal 2.

17. Jardinería amable

Frente al proceso acelerado de la urbanización en forma de condominios campestres y residencias secundarias aisladas («chaletización») en el Distrito, se contempla el diseño de bosques ornamentales supliendo las necesidades escénicas y paisajísticas de tales proyectos urbanísticos.

Las prácticas y esquemas usuales de jardinería y zonas verdes en el área son realmente destructivas y ambientalmente negativas. Es común, por ejemplo, que se

reemplacen bosques por pasto quicuyo, o que se planten en los jardines especies forestales que brindan una oferta mínima al sostenimiento de la avifauna.

Por otra parte, los residentes de origen urbano (responsables de estas actividades) generalmente se persuaden y entusiasman fácilmente, ante sugerencias en el sentido de una jardinería con especies nativas. Las acciones negativas son fruto tan sólo de la falta de asesoría.

Patrón espacial

Se adoptan como herramientas vegetales setos y bosquetes artificiales, con especies vistosas que a la vez son muy apetecidas por las aves, se aplicarán los tratamientos de recuperación de hábitats para la fauna, de esta manera se ofrece tanto belleza escénica como abrigo a la fauna.

Las áreas para implementar setos y bosquetes pueden ser las rotondas, plazoletas, o los espacios abiertos de recreación pasiva. Otras zonas claves son los separadores o los bordes de los carreteables.

Patrón temporal

Una etapa inicial clave para el éxito de este tratamiento es la asesoría a los proyectos de vivienda, se pretende promocionar y operar un cambio hacia una jardinería ambientalmente amable.

Fórmulas florísticas

- **Bucquetia glutinosa + Clethra fimbriata + Senecio pulchellus**
- **Diplostephium rosmarinifolium + Miconia ligustrina + Cavendishia cordifolia**
- **Vallea stipularis + Oreopanax floribundum + Viburnum tinoides**
- **Escallonia paniculata + Vallea stipularis + Miconia squamulosa**
- **Persea ferruginea + Macleania rupestris**
- **Persea mutisii + Macleania rupestris**
- **Ocotea sericea + Oreopanax bogotense + Ardisia**
- **Escallonia myrtilloides + Hesperomeles spp.**
- **Drimys granadensis + Befaria resinosa + Macleania rupestris**
- **Thibaudia floribunda + Brunellia sp + Hedyosmum bonplandianum**

- **Myrsine coriacea + Myrsine guianensis + Weinmannia tomentosa**
- **Prunus buxifolia + Senecio pulchellus + Diplostephium rosmarinifolium**
- **Smallanthus pyramidalis + Dalia imperialis + Datura arborea**
- **Duranta mutisii + Fuschia boliviana + Oreopanax floribundum**
- **Plutarchia guascensis + Befaria resinosa + Clethra fimbriata**
- **Tibouchina grossa + Drimys granadensis**

Estas fórmulas pueden complementarse con enredaderas ornamentales, implementadas a manera de pérgolas. Como:

- **Nertera granadensis**
- **Bomarea spp.**
- **Passiflora spp.**
- **Smilax floribundum**
- **Munnozia senecionides**

Puesto que en condiciones de jardinería puede brindarse cuidados extra a los individuos, es recomendable promover la plantación en dichos sitios de individuos de especies raras o amenazadas dentro del área, como:

- **Weinmannia myrtifolia**
- **Weinmannia bogotensis**
- **Weinmannia rollotii**
- **Prunus buxifolia**
- **Cedrela montana**
- **Persea ferruginea**
- **Escallonia paniculata**
- **Ilex kunthiana**

- **Cordia lanata**
- **Abatia parviflora**

De las cuales, las del primer grupo deben plantarse a sotavento de rocas, viviendas o barreras de viento, o bien, acompañadas de abundantes arbustos, dado que se trata de especies umbrófilas.

18. Setos y agregados formadores de suelo

Se utilizan fórmulas de especies con una elevada tasa de renovación del follaje (lo cual no es común entre la vegetación altoandina), las cuales deponen hojarasca abundante y continuamente, acelerando y apoyando la pedogénesis.

Patrón espacial

Los setos deben ser plantados al tresbolillo en hileras continuas formando dos surcos (ver figura 7), la distancia entre individuos debe ser de 1 m a 2 m.

Los agregados deben formar manchones o círculos plantados al tresbolillo con distancias entre individuos de 1 m

Patrón temporal

Si el terreno es muy extenso y presenta grandes áreas con erosión laminar, es prioritario iniciar las siembras en las pendientes más altas, temporalmente se tratarían las pendientes fuertes, moderadas y suaves en orden secuencial, respectivamente.

Fórmulas florísticas

- **Datura arborea + Verbesina sp + Dalia imperialis**
- **Datura arborea + Verbesina sp + Alnus acuminata**
- **Smallanthus pyramidalis + Datura arborea**
- **Duranta mutisii + Miconia squamulosa**
- **Viburnum triphyllum**
- **Chusquea scandens**
- **Clusia multiflora**
- **Baccharis latifolia**

- **Lupinus albus**

Especies como *Clusia multiflora* y *Chusquea* sp son importantes formadoras de suelo dentro del bosque, o en ambientes atmosféricamente húmedos.

La acción pedogénica de estas especies, puede complementarse con fijadoras de nitrógeno como:

- **Lupinus bogotensis**
- **Lupinus spp (GC-BS 503)**
- **Alnus acuminata**
- **Ulex europaeus**
- **Cytissus monspesulanus**



[Volver al índice del Protocolo](#)



.: PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .:



[Volver al índice del Protocolo](#)



12. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN : Tratamientos del 19 al 27

19. Cubierta protectora de Pteridium spp

Este tratamiento es ideal para iniciar la restauración de suelos degradados por actividades agrícola o pecuaria intensivas o suelos acidificados por plantaciones densas de exóticas, se trata de establecer colchones de semillas o esporas y residuos de hojarasca de precursores leñosos altamente invasivos, esta técnica presenta una respuesta muy rápida a la colonización.

Patrón espacial

El tratamiento se establece implementando con azadón eras altas a manera de montículos de un ancho aproximado de 50 cm y 60 cm de altura, los montículos se separan entre sí por corredores a nivel del suelo en una distancia no mayor a 70 cm. entre sí. La capa vegetal se establece por todo el terreno con dos o tres capas, sin que queden espacios descubiertos.

Patrón temporal

Lo clave del establecimiento de este tratamiento es coleccionar los helechos cuando están a punto de lanzar las esporas, por lo general la coloración del helecho empieza a tornarse de un verde pálido con tonos blanquecinos.

Los helechos deben ser cortados desde la base del tallo y transportados en bolsas plásticas de manera que las esporas no se liberen antes de ser aplicados en el lugar a tratar.

Establecidas las hileras de montículos se procederá a repartir los helechos cobijando el suelo, apisonando suavemente con las manos los ubicados en los corredores a nivel. Luego, se establecerán sucesivas capas de tal manera que no queden espacios de suelo descubiertos.

Se realizará riego de las capas dos veces al día en los primeros tres días. Se recomienda que este tratamiento se inicie con las primeras lluvias con el objeto de obtener mejores y más rápidos resultados.

La colonización del Pteridium empieza a aparecer a las dos semanas de establecido el colchón y se puede consolidar un agregado maduro de Pteridium de 5–6 meses, si se incluye banco de semillas de precursores puede iniciarse un rastrojo a los 6 meses.

La siembra seral se iniciará en los montículos ya colonizados por el Pteridium.

Fórmulas florísticas

- *Pteridium aquilinum*

En el banco de semillas incluir semillas de *Baccharis* spp, *Monochaetum myrthoideum*., *Vallea stipularis* y *Myrsine* spp, implementando estacas de 5 cm de *Cavendishia cordifolia* y *Macleania rupestris*.

En los montículos ya colonizados por el helecho se pueden realizar siembras de individuos no menores a 1 m por túnel estrecho de:

- *Myrsine guianensis*
- *Vallea stipularis*

20. Control de focos de erosión severa

Los problemas de erosión focalizada, producto de la actividad agropecuaria intensiva, de extracción minera como las areneras y receberas requieren de un tratamiento especial.

Estas explotaciones mineras, son focos de erosión severa a partir de los cuales se expanden graves efectos de degradación ambiental, como la transformación mesoclimática, el descenso freático, la suspensión del tránsito de dispersores, la erosión misma, etc.

Es Distrito abunda en ejemplos de priseres rupestres, en variedad de medios que cubren desde afloramientos rocosos y peñas, hasta receberas y areneras de todos los tamaños.

Dentro de las actividades de investigación, se han identificado las principales etapas del desarrollo espontáneo de la vegetación, a partir de la suspensión de la explotación, o bien la suspensión de la actividad agropecuaria.

Se proponen aquí un conjunto de especies vegetales que componen y dinamizan la regeneración de los suelos y la vegetación dotadas de las estrategias adaptativas necesarias para colonizar y transformar estos medios difíciles.

Es importante aclarar que el protocolo, para este tratamiento, no entrará en detalles sobre los aspectos ingenieriles ni las técnicas y diseño de adecuación morfológica del terreno a tratar.

Por tanto, la aplicación de los tratamientos parte de la adecuación física del terreno para la implementación de los tratamientos vegetacionales que potencien los objetivos de la adecuación u obras físicas ejecutadas en el terreno a restaurar.

Recuperación de canteras

A partir de tales resultados, se ha formulado un paquete prototípico de tratamientos de restauración, en combinación con herramientas físicas y químicas, con especies nativas y exóticas naturalizadas, que aceleran el proceso de la sucesión, a través de la introducción de las poblaciones vegetales que determinan sus mayores avances, garantizando una cobertura significativa y la

recuperación escénica en el mediano plazo, junto con la estabilización del sustrato en el corto plazo.

También se han identificado los factores restrictivos más determinantes en el desarrollo de la cobertura vegetal, los componentes de las canteras más susceptibles a ser focos de expansión de la vegetación, y las posibles estrategias que corresponden de manera adecuada a las condiciones específicas de estos factores en cada cantera.

Patrón espacial

Con base en este conocimiento, se perfilan herramientas que se distribuyen por el terreno a tratar. La distribución de estas herramientas debe enfocarse como se ha reiterado sobre los puntos en donde es más viable la restauración: microtopografía adecuada, humedad edáfica y estabilidad del sustrato.

Se presenta aquí el mosaico de áreas que componen el tratamiento:

- Área de «Cordones de contención físicos»: Tratando la escorrentía de modo tal, que no contribuya al desmoronamiento de las márgenes de la cantera, pero tampoco se pierda sino que se haga ingresar adecuadamente para la humectación del área bajo tratamiento, se establecerán las obras físicas artesanales como trinchos y drenajes artificiales.
- Área de «Barreras vegetales de contención de escorrentía»: Siguiendo el patrón espacial de setos formadores de suelo y barreras contra viento, se establecerán estratégicamente priorizando las áreas más afectadas por la escorrentía superficial, de modo que las barreras reduzcan la velocidad del agua.
- Área de «Focos de expansión de la vegetación»: Se establecerán agregados con precursores en los puntos con mayor humedad edáfica y estabilidad del sustrato, y en micrositios con tendencia a acumular nutrientes.
- Área de «Fertilización estratégica»: Se abordará fertilización, en puntos estratégicos como las de grietas y terracetas naturales de la cantera con los denominados nódulos de desgaste lento.
- Áreas de « Implementación de estructuras artificiales de colonización»: Se implementarán terracetas, fisurados, tinglados, etc. para favorecer la colonización de especies pioneras.

La implementación de estas áreas dentro de la cantera, permiten emprender una restauración que una vez iniciada artificialmente, se retroalimenta positivamente y por sí sola, en un término indefinido de tiempo, aumentando espontáneamente la tasa de modificación y la estabilidad del medio físico con cada nueva etapa y asegurando la marcha del terreno hacia su eventual recuperación total. En este punto radica su ventaja fundamental con respecto a las técnicas tradicionales, las cuales dependen de insumos y subsidios constantes y, en el mejor de los casos, aseguran la cobertura para un corto plazo y sólo en los medios menos severos.

Se consigue así, frenar el avance de la erosión, controlar el aporte de sedimentos a la red hidrográfica, conservar cantidad y calidad del agua de las microcuencas afectadas, y recuperar las canteras a nivel escénico.

Patrón temporal

- En primer lugar, se realizará un diagnóstico rápido de la cantera identificando: áreas inestables, áreas estables, tipos de erosión (laminar, cárcavas, desplomes), focos de regeneración espontánea, drenajes, terracetas naturales.
- Se zonificarán estas áreas con las de tratamiento: Cordones de contención físicos, barreras vegetales de contención de escorrentía, focos de expansión de la vegetación, focos de fertilización estratégica, implementación de estructuras artificiales de colonización.
- Se iniciará el tratamiento con todas las obras físicas y se realizará seguimiento de las mismas para identificar sus resultados, ajustando y adecuando aquellas que no hayan funcionado o evolucionado según lo previsto.
- Terminados los ajustes, se procederá a la fertilización.
- Se implementarán barreras de contención de escorrentía
- Finalmente se implementarán los focos de expansión de la vegetación.

Fórmulas florísticas

Establecidos los cordones de contención físicos y las estructuras artificiales de colonización se pueden plantar las siguientes especies:

Ej.: *Orthrosanthus chimboracensis*

Cortaderia nitida

Puya spp

Lycium spp (en lugares atmosféricamente secos)

Dodonaea viscosa (en lugares atmosféricamente secos)

Para barreras vegetales de contención de escorrentía:

El establecimiento de especies con hábito de crecimiento reptante o rastrero, aptas para afianzar los primeros milímetros de suelo, claves en el control de erosión.

Ej.: *Befaria resinosa*

Myrica parvifolia

Muehlenbeckia tamnifolia

Rubus bogotensis

Macleania rupestris

Cavendishia cordifolia

Para los focos de expansión de la vegetación se recomienda la utilización de especies con hábito de crecimiento del tipo trepador, caracterizadas por su rápido crecimiento y su capacidad de superar pendientes fuertes.

- *Rubus* spp
- *Muehlenbeckia tamnifolia*

En focos de fertilización estratégica:

La utilización de especies con oferta de frutos atractiva para las aves, con lo que se multiplica la lluvia de propágulos sobre el área tratada, al tiempo con la fertilización adicional procedente de las deyecciones.

- *Rubus* spp
- *Gaultheria* spp
- *Pernettya* spp
- *Muehlenbeckia tamnifolia*
- *Hesperomeles* spp
- *Berberis* spp

El establecimiento de especies con hábito de crecimiento procumbente, importantes en la formación de una cobertura a nivel del suelo que cree un microclima más amable y así favorezca la ecesis de especies de etapas más avanzadas de la sucesión.

- *Macleania rupestris*
- *Myrica parvifolia*

El establecimiento de especies de tipo arbustivo sobre las etapas previas, que determinen el avance a una etapa posterior de la sucesión (dinamogenéticas).

- *Baccharis* spp
- *Ageratina aristaei*

- *Diplostephium rosmarinifolium*
- *Solanum* spp
- *Monochaetum myrthoideum*

Herramientas complementarias

En los lugares más difíciles pueden aplicarse medios complementarios. A continuación se describen los medios físicos fáciles de implementar pueden ser:

- Tinglados: pueden ser de alambre y guadua, sobre pendientes fuertes con panes de tierra sosteniendo vegetación rastrera y trepadora.
- Terracetas artificiales: de las que pueden cavarse y apisonarse con la sola ayuda de un azadón. El perímetro externo de cada terraceta debe ser lo más semicircular posible y afianzarse con material vegetal.
- Drenajes artificiales: en focos de erosión severa deben efectuarse obras de conducción consistentes en canales que conduzcan la escorrentía desviándola de los frentes de erosión y utilizándola para la irrigación de los puntos menos frágiles (siempre que sea posible).
- Descoles: zanjales de drenaje que recogen la escorrentía de exceso de las demás obras de infiltración y control de erosión, canalizándola hacia fuera del área tratada. La falta de descoles es uno de los peores y más frecuentes errores en el control de erosión.
- Trinchos: En las cárcavas pueden construirse trinchos con postes de ocal con una barrera delantera de precusores leñosos de los recomendados para suelos pesados (húmedos).
- Geotextiles: textiles biodegradables (fique preferiblemente) cubriendo a manera de tapete los lugares más afectados por escorrentía superficial.

Los medios químicos y orgánicos:

- Sopas biológicas: soluciones químicas, microbiológicas, multise milladas o mixtas, solales o en combinación con mulch (residuos vegetales picados), para fertilización e inducción sucesional de suelos degradados.
- Nódulos de difusión lenta: (SALAMANCA & CAMARGO 1993), para equilibrar la deficiencia general de fósforo y otros elementos limitantes en terrenos desnudos y con pendientes fuertes (factores que dificultan la retención de nutrientes). Dependiendo del interés y valor de la recuperación de un sitio dado, puede aplicarse un sistema de fertilización consistente en la introducción de nódulos de gel embebido en soluciones concentradas, en agujeros dentro del sustrato a inducir (la difusión lenta del nódulo al sustrato evita el lavado rápido del fertilizante). Combinados con

puntos de colonización vegetal, ayudan a conformar núcleos de restauración en micrositios difíciles (taludes, escarpes, grietas).

- Mezcla de material rocoso fragmentado con suelo o desechos orgánicos para estimular la formación de suelo y la colonización de vegetación: se aplica para los residuos de material de la cantera en las áreas planas y estables. Se puede introducir, en una segunda etapa, la implementación de lombricultura.

21. Protección y estabilización de taludes en vías

En el Distrito se invierte con frecuencia en obras físicas para el control de derrumbes en las vías, no obstante es una generalidad que las obras ingenieriles para el control de los derrumbes en los taludes en vías son rara vez acompañadas de tratamientos vegetacionales adecuados. Los tratamientos aquí presentados cumplen dos funciones básicas: una, la de potenciar las estructuras implementadas para el control de la erosión y dos, la apariencia estética del talud.

A continuación se presentan tratamientos que al tiempo que mejoran la apariencia estética del talud, estabilizan y apoyan la durabilidad de las obras físicas implementadas.

Patrón espacial

La distribución de la vegetación en el talud a tratar debe enfocarse sobre los puntos en donde es más viable la restauración: microtopografía adecuada, humedad edáfica y estabilidad del sustrato.

Se presenta aquí el mosaico de áreas que componen el tratamiento:

- Área de «contención»: Tratando la escorrentía de modo tal, que no contribuya al desmoronamiento de las márgenes de la cantera, pero tampoco se pierda sino que se haga ingresar adecuadamente para la humectación del área bajo tratamiento, se establecerán las obras físicas como descoles, banquetas, fajinas y esterillas. Para control de derrumbes se establecerán gaviones si es conveniente.
- Área de «Barreras vegetales de contención de escorrentía»: Se establecerá en la ladera de la cual hace parte el talud (parte más alta perpendicular al talud propiamente dicho) un conjunto de setos formadores de suelo y barreras contra viento ubicados estratégicamente sobre las áreas más afectadas por la escorrentía superficial, de modo que las barreras reduzcan la velocidad del agua.
- Área de «Focos de expansión de la vegetación»: Se establecerán agregados con precursores en los puntos con mayor humedad edáfica y estabilidad del sustrato, y en micrositios con tendencia a acumular nutrientes.
- Área de «Fertilización estratégica»: Se abordará fertilización, en puntos estratégicos como las de grietas y terracetas naturales de la cantera con los denominados nódulos de desgaste lento.
- Áreas de « Implementación de estructuras artificiales de colonización»: Se implementarán terracetas, y macetas para favorecer la colonización de especies pioneras.

La implementación de estas áreas dentro del talud, permiten emprender una restauración que una vez iniciada artificialmente, se retroalimenta positivamente y por sí sola, en un término indefinido de tiempo, aumentando espontáneamente la tasa de modificación y la estabilidad del talud.

Patrón temporal

- Primeramente se realizará un diagnóstico rápido del talud identificando: áreas inestables, áreas estables, tipos de erosión (laminar, cárcavas, desplomes), focos de regeneración espontánea, drenajes, terracetas naturales.
- Se zonificarán las áreas de tratamiento: Obras físicas de contención, barreras vegetales de contención de escorrentía, focos de expansión de la vegetación, focos de fertilización estratégica, implementación de estructuras artificiales de colonización.
- Se iniciará el tratamiento con de las obras físicas y se realizará seguimiento de las mismas para identificar resultados de las obras.
- Se realizarán ajustes a las obras que presenten inestabilidad.
- Se aplican los sistemas de fertilización seleccionados.
- Se implementarán barreras vegetales de contención de escorrentía
- Finalmente se implementarán los focos de expansión de la vegetación.

Fórmulas florísticas

Establecidas las obras físicas de contención se pueden plantar las siguientes especies:

Ej.: Para los descoles:

A lado y lado de estas vías de desagüe se sembrarán herbáceas de raíces profusas y superficiales como Cortaderia nitida con distancias entre sí de 50 cm.

Para las terrazas puede utilizarse herbáceas resistentes a bajas condiciones de nutrientes combinadas con arbustos, así:

- Puya nitida + Gaultheria erecta (a 60 cm de distancia entre sí)
- Cortaderia nitida + Myrica parvifolia

El establecimiento de especies con hábito de crecimiento reptante o rastrero, aptas para afianzar los primeros milímetros de suelo, claves en el control de erosión.

Ej.: Befaria resinosa

Myrica parvifolia

Muehlenbeckia tamnifolia

Rubus bogotensis

Elementos del cordón de Ericáceas:

- *Macleania rupestris*
- *Cavendishia cordifolia*

La utilización de especies con oferta de frutos atractiva para las aves, con lo que se multiplica la lluvia de propágulos sobre el área tratada, al tiempo con la fertilización adicional procedente de las deyecciones.

- *Rubus* spp
- *Gaultheria* spp
- *Pernettya* spp
- *Muehlenbeckia tamnifolia*
- *Hesperomeles* spp
- *Berberis* spp

El establecimiento de especies con hábito de crecimiento procumbente, importantes en la formación de una cobertura a nivel del suelo que cree un microclima más amable y así favorezca la ecesis de especies de etapas mas avanzadas de la sucesión, con distancias entre sí de 70 cm.

- *Macleania rupestris*
- *Myrica parvifolia*

El establecimiento de especies de tipo arbustivo sobre las etapas previas, que determinen el avance a una etapa posterior de la sucesión (dinamogenéticas), con distancias entre sí de 80–100 cm.

- *Baccharis* spp (para taludes de suelos arcillosos)
- *Ageratina aristeei* (para taludes de suelos francos)
- *Diplostephium rosmarinifolium* (para taludes de suelos arenosos)
- *Solanum* spp (para taludes con suelos arcillosos)

- *Monochaetum myrthoideum* (para taludes con pizarras o esquistos)
- *Dodonaea viscosa* (para taludes de roca compacta)
- *Lycium* spp (para taludes suelos francos)
- *Lupinus* spp (para taludes suelos francos)

Para los Gaviones: es importante que se mezcle con los cantos rodados tierra negra y arcilla con el fin de dar posibilidad de establecimiento de especies con raíces agrietantes, en los gaviones se pueden establecer:

- *Macleania rupestris*
- *Cavendishia cordifolia*
- *Befaria resinosa*

En las terracetas y macetas artificiales pueden utilizarse:

- Bromeliáceas
- *Gaultheria* spp
- *Pernettya* spp
- *Puya* spp
- *Senecio niveoaureus*
- *Senecio formosus*

Herramientas complementarias

En los lugares más difíciles pueden aplicarse medios complementarios.

A continuación se describen los medios físicos mencionados:

- Tinglados: Pueden ser de alambre y guadua, sobre pendientes fuertes con panes de tierra sosteniendo vegetación rastrera y trepadora.
- Terracetas artificiales: de las que pueden cavarse y apisonarse con la sola ayuda de un azadón. El perímetro externo de cada terraceta debe ser lo más semicircular posible y afianzarse con material vegetal.
- Drenajes artificiales: en focos de erosión severa deben efectuarse obras de

conducción consistentes en canales que conduzcan la escorrentía desviándola de los frentes de erosión y utilizándola para la irrigación de los puntos menos frágiles (siempre que sea posible).

- **Trinchos:** En las cárcavas pueden construirse trinchos con postes de ocal con una barrera delantera de precusores leñosos de los recomendados para suelos pesados (húmedos).
- **Geotextiles:** Textiles biodegradables (fique preferiblemente) cubriendo a manera de tapete los lugares más afectados por escorrentía superficial.

Los medios químicos y orgánicos: los mencionados anteriormente.

22. Cordones ruderales

Es importante considerar la planificación de la vegetación que se ha de plantar a lado y lado de carreteras y carreteables los denominados «cordones ruderales», aunque es característico en el Distrito el desarrollo de una vegetación espontánea para estas áreas, son pocos los casos de fuerte afectación negativa de la vegetación sobre las carreteras.

Dependiendo del tipo de vía, se pueden combinar diferentes características de la vegetación nativa con el fin de ofrecer una panorámica colorida y diversa al conductor. El escoger la vegetación adecuada, reducirá los gastos de mantenimiento de las carreteras, por raíces agresivas de árboles ruderales y gastos de mano de obra para el mantenimiento de la visibilidad.

La vegetación ruderal no sólo responderá a las necesidades paisajísticas del conductor o el turista, sino a las de los habitantes cercanos a las carreteras o caminos, a los cuales ofrecerá ornato y privacidad para sus predios, barrera contra ruido y barrera contra la contaminación atmosférica (humo y polvo de la carretera). Adicionalmente, una vegetación ruderal adecuada puede garantizar el mantenimiento de vías localizadas en terrenos con niveles freáticos muy altos.

La planeación y diseño de la vegetación ruderal, debe considerar toda esta gama de usuarios sin privar del paisaje abierto, atributo indispensable del modo de vida rural.

Patrón espacial

Los cordones ruderales son mosaicos de barreras que se ajustan a las condiciones,

- **Barreras contra polución:** barreras densas de arbustos con distancias entre individuos de 6 cm que alcanzan alturas no mayores de 1.50 m, de 3 a 4 hileras con distancias de 50 cm, al tresbolillo.
- **Barreras para descenso de nivel freático:** Barreras de herbáceas y árboles de alta evapotranspiración y raíces pivotantes. Distancias entre árboles de 5 a 6m con intercalado de herbáceas de gran porte con distancias entre ellas de 2m.

- **Barreras contra ruido: Con especies de tipo arbustivo y arborescente de follaje tupido, distancias entre sí de 1m ver figura 7.**

Fórmulas florísticas

Barreras contra ruido y ornamentales:

- **Sambucus peruviana**
- **Vallea stipularis intercalada con Dalia imperialis + Bocconia frutescens**
- **Abatia parviflora + Tecoma stans**
- **Bocconia integrifolia + Abutilon insigne (exótica) + Oreopanax bogotense**
- **Vallea stipularis intercalada con Oreopanax floribundum + Viburnum spp**
- **Tibouchina grossa + Brugmansia sanguinea + Bucquetia glutinosa**

Para barreras para descenso del nivel freático Eucalyptus globulus intercalado con:

- **Agave americana**
- **Puya nitida**
- **Puya spp**
- **Crocasmia sp**
- **Furcraea sp (fique)**

Para barreos contra ruido:

- **Cupressus lusitanica**
- **Myrica parvifolia**
- **Cupressus spp**
- **Bambusa spp**

23. Corredores y estribones de dispersión ornitócora

Los corredores y estribones de dispersión tienen la función de apoyar la dispersión de semillas realizada por las aves, agilizando la restauración de bosquetes y zonas de barbecho.

Patrón espacial

El patrón de plantación es al tresbolillo con distancia de 2 m entre individuos, conformando franjas continuas de 10 mts de ancho (corredores), o cadenas de islotes de mínimo 20 mts de diámetro y separados entre sí por un máximo de 100 mts (estribones de dispersión).

Los corredores y las cadenas de estribones se disponen preferencialmente a lo largo de cercas y acequias, en lo posible lejos de las carreteras, sean éstas principales o secundarias. La ubicación de los cordones debe contemplar las fuentes de diversidad del área.

Patrón temporal

Recurriendo a las fichas técnicas de especies se podrán combinar fórmulas florísticas que garanticen oferta de frutos durante el ciclo anual.

Fórmulas florísticas

- **Macleania rupestris + Cavendishia cordifolia**
- **Gaultheria anastomosans + Pernettya prostrata**
- **Viburnum triphyllum + Myrcianthes leucoxylla + Hesperomeles spp**
- **Duranta mutisii + Miconia squamulosa + Vallea stipularis**
- **Macleania rupestris + Cavendishia cordifolia + Berberis rigidifolia**
- **Macleania rupestris + Clusia multiflora**
- **Vallea stipularis + Cavendishia cordifolia**
- **Myrica parvifolia + Macleania rupestris**
- **Miconia squamulosa + Viburnum triphyllum + Duranta mutisii**
- **Tibouchina grossa + Cavendishia cordifolia**
- **Rubus spp.**

Los bordes externos de los corredores y estribones deben protegerse con hileras cerradas (distancias de 1m) de especies espinosas, de las utilizadas en las barreras antigano.

Los biotipos enmarañantes como *Chusquea scandens* y *Rubus spp.*, pueden contribuir a la densificación de los corredores, proporcionando adecuado abrigo a la avifauna.

Aquí son bien importantes las Lauráceas (*Persea mutisii*, *Persea ferruginea*, *Ocotea sericea*, *Ocotea heterophylla*), siempre acompañadas de *Chusquea scandens* o Ericáceas arbustivas densificantes como *Macleania rupestris* y *Cavendishia cordifolia*.

Las Ericáceas deben ocupar un lugar predominante en estas herramientas vegetales destinadas a la dispersión ornitócora. Entre ellas:

- ***Befaria resinosa***
- ***Macleania rupestris***
- ***Gaultheria anastomosans***
- ***Cavendishia cordifolia***
- ***Pernettya prostrata***
- ***Plutarchia guascensis***
- ***Vaccinium floribundum***

Herramientas complementarias

Existen una serie de herramientas que pueden acelerar el proceso de conexión entre estribones como son las perchas y hábitats artificiales y comederos, estas herramientas se describen más detalladamente en literal siguiente.

24. Enriquecimiento de hábitats para la fauna silvestre

Como se menciona en los cuadros de restauración, se presenta una seria desaparición de algunas de las especies de fauna suburbana y urbana antaño muy comunes en el Distrito. La desaparición de los hábitats y oferta de alimento a la par que la contaminación por ruido y escasez de refugios y alimento siguen siendo problemas a enfrentar para garantizar el retorno de los animales silvestres a través de cordones que conecten los diferentes espacios verdes de la ciudad, estos cordones de la red verde vial pueden presentar diferentes fórmulas vegetacionales y físicas entre las que se cuentan habitáculos para toma de agua, Corredores de tránsito, pepeederos, cuevas y refugios.

El sistema de habitáculos para toma de agua y corredores es apto para aplicar en parques de recreación pasiva y chalets, así como en separadores de ancho considerable, ya que considera fórmulas florísticas de jardinería amable.

Bebederos

Dirigido a pequeños mamíferos los espacios para la toma de agua deben ser íntimos resguardados de la interferencia humana, ya que los animales requieren mucha tranquilidad para beber.

Es preferible que los habitáculos para la toma de agua estén conectados a corredores de tránsito con el fin de evitar que los animales se desplacen a campo abierto y puedan ser sorprendidos por animales domésticos (figura 9).

Patrón espacial

Se trata de piletas circulares de un radio de 1 m por 50 cm de profundo, la pileta está rodeada de con una franja de gravilla no mayor de 50 cm ancho, paralelo a esta franja continúa una barrera de arbustos o arborescentes sin espinas que pueden desarrollar una altura de 1.50 m esta intercalada con árboles de gran porte que presente frutos comestible apetecidos los animales, estos árboles se comportarán como pantallas para admirar los animales especialmente las ardillas que pueden salir a curiosear, siempre desde planos más altos para protegerse y sentirse seguras. La tercera franja es de tipo protector puede ser un seto espinoso de porte bajo.

Patrón temporal

Se debe lograr una combinación entre las coberturas de manera que se ofrezca protección a los pequeños mamíferos, por tanto, es indispensable que todo el material vegetal esté establecido antes de poner en funcionamiento la pileta.

La pileta será evacuada semanalmente con el fin de mantener las condiciones necesarias de calidad de agua, evitando problemas de sanidad animal.

La aparición de mamíferos como el borugo y la ardilla en contextos suburbanos es todo un acontecimiento en un contexto suburbano: como centro de atención de la población, se debe, en primeras etapas, tener especial atención sobre la educación ambiental, orientada a la protección y tipo de alimentación de cada animal.

Las reintroducciones de fauna no se recomiendan sin antes establecer los tratamientos adecuados para garantizar, comida, desplazamiento y tranquilidad a los animales y una revisión previa sobre el estado de salubridad del animal.

Fórmulas florísticas

Para barrera interior:

- **Myrica parvifolia**
- **Eupatorium angustifolium**
- **Baccharis tricuneata**
- **Cortaderia nítida**
- **Puya nitida**

Para barrera de protección:

- **Duranta mutisii**
- **Hesperomeles goudotiana**
- **Barnadesia espinosa**

Para árboles comestibles:

- **Prunus serotina**
- **Prunus buxifolia**
- **Cedrela montana**
- **Persea sericea**
- **Ocotea calophylla**
- **Ocotea heterophylla**
- **Juglans neotropica**
- **Axinaea macrophylla**

Herramientas complementarias

- **Comederos artificiales:** Se trata de comederos de estructuras de madera ubicadas en las partes altas y medias de los fustes de los árboles en donde se suministra alimento a los animales. Existen, también, comederos para colibríes con dispositivos especiales para el suministro de líquidos con almíbar, los cuales pueden ser adquiridos en tiendas especializadas.
- **Marcaje químico:** Se trata de implementar señales químicas sobre terreno por donde de desea transiten los animales (túnel, cueva). Esto se aplica en las primeras etapas de funcionamiento de corredores y refugios, se utilizan especialmente feromonas.

Corredores de tránsito

El fin primordial de los corredores es permitir que los animales tengan espacios seguros para desplazarse y disminuir la probabilidad de ser atacados por animales domésticos y turistas agresivos.

Fórmulas espaciales

Para pequeños mamíferos los corredores de tránsito deben ser setos continuos con una longitud no menor de 15 m y un ancho de 1.50 m (figura 9), los corredores de tránsito deben estar conectados a habitáculos para toma de agua.

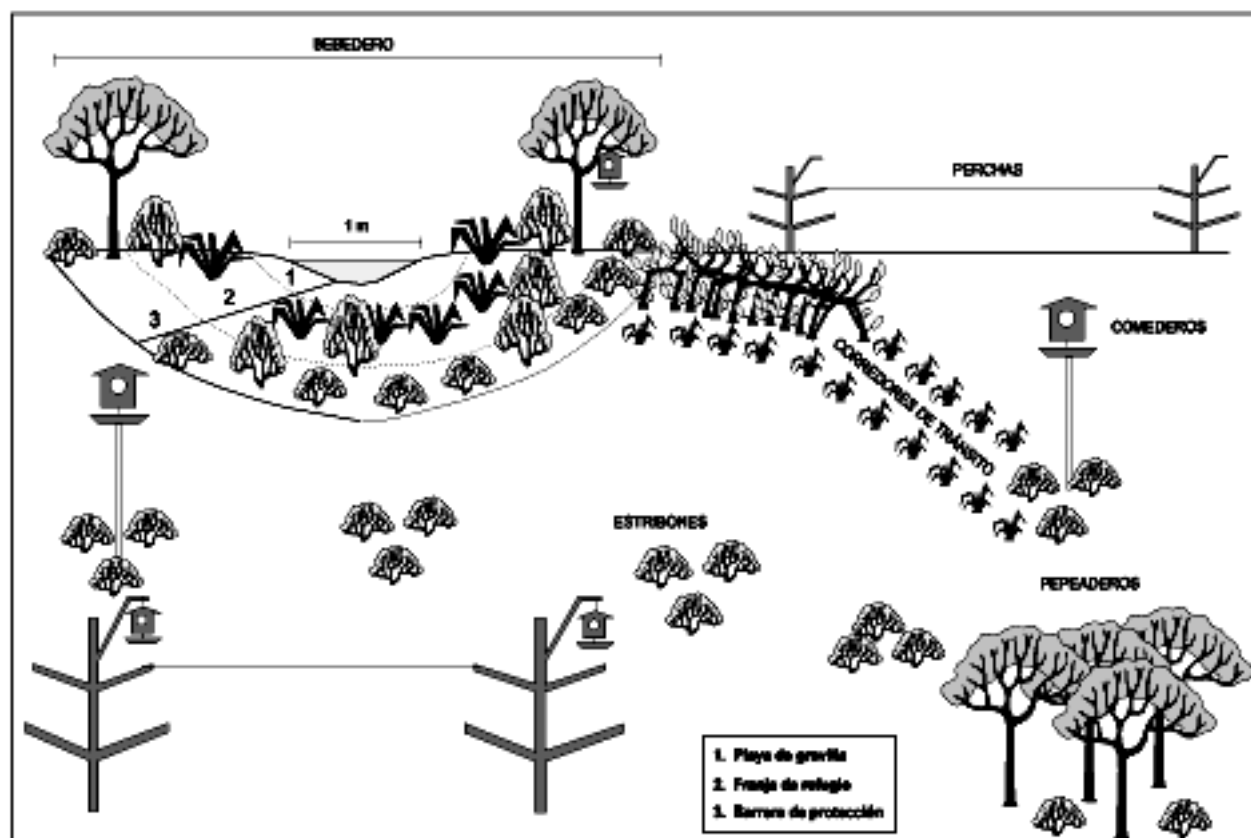
Se debe imitar un al interior del corredor un túnel de tránsito de un ancho aproximado de 40 cm y 40 cm, para ello se puede establecer un tubo de PVC de este ancho con el fin de que los tallos y ramas del seto habitúen su forma configurando el túnel central. Se pueden realizar amarres de las ramas tiernas para lograr la forma deseada, después de lignificadas las ramas, se podrá sacar el tubo.

Para el caso de las aves los corredores de tránsito pueden ser setos cortos con 3 a cuatro individuos sembrados a distancias de 50 cm entre sí, su forma debe ser preferiblemente circular de un radio de 2m, la distancia entre seto y seto puede oscilar entre 5 m a 8 m de distancia, lo que configura más bien un conjunto de estribones.

Fórmulas temporales

Los corredores por tratarse de setos deben ser podados trimestralmente para garantizar la vigorosidad, continuidad en los follajes y oferta de frutos.

Figura 9, Recuperación de Hábitats para la fauna silvestre



Fórmulas florísticas

Para el caso de los corredores para pequeños mamíferos se recomiendan:

- *Macleania rupestris*
- *Miconia squamulosa*
- *Cavendishia cordifolia*
- *Myrica parvifolia*

Para el caso de los corredores para aves remitirse a las fórmulas ya descritas en los corredores de dispersión ornitócora ver literal 15.

Pepeaderos

Se trata de rodales artificiales de árboles y arbustos. Podrán constar de comederos artificiales para estimular las visitas de aves y mamíferos. Los menús de los animales a los que se les establecerán comederos serán consultados con especialista sobre cada grupo taxonómico a tratar.

Patrón espacial

A manera de mosaico se presentará un conjunto de árboles y arbustos que se caracterizan por producir cantidad abundante de frutos y semillas comestibles, o de flores melíferas frecuentadas por aves, en otros casos plantas con hojas muy apetecidas por insectos que son consumidas por aves insectívoras.

Patrón temporal

Se debe planear la composición de las fórmulas florísticas de manera que en todo el año se produzcan frutos.

Los comederos artificiales deben ser mantenidos en buenas condiciones de aseo para garantizar la salubridad de los animales.

Fórmulas florísticas

Estratos arbóreos:

- *Prunus serotina*
- *Prunus buxifolia*
- *Persea spp*

- *Vallea stipularis*
- *Abatia parvifolia*
- *Citharexylum sulcatum*
- *Viburnum triphyllum*
- *Ceroxylon andicola*
- *Bocconia frutescens*
- *Bocconia integrifolia*

Estratos subarbóreos

- *Abutilon*
- *Duranta mutisii*
- *Palicourea* spp
- *Piper* spp
- *Puya nitida*
- *Puya goudotiana*
- *Hesperomeles* spp
- *Xylosma spiculiferum*
- *Monina tintorea*

Cuevas y Refugios

Los refugios son espacios para el resguardo de los animales por lo general la conservación de rastros muy densos y gregios son ideales para el abrigo de aves. Las cuevas se constituyen como espacios ideales para los murciélagos cuya importancia es primordial en la restauración de microcuencas ya que dispersan las semillas de especies claves (especies frugívoras y melíferas) y control de plagas en cultivos (especies insectívoras).

Patrón espacial

Zarzales:

Son refugios ideales para aves frugívoras y pequeños roedores. Se trata de conformar agregados muy densos de un radio aproximado de 7 m. Estarán compuestos principalmente de individuos de especies espinosas y con fructificación constante, las distancias entre sí pueden ser de 50 cm.

Refugios para aves rapaces:

Las peñas altas con afloramientos rocosos son ideales como refugio de este tipo de aves, en las zonas bajas puede aplicarse tratamientos de comederos para pequeños mamíferos siguiendo las especificaciones para bebederos.

Bosquetes enanos:

Hábitats muy frecuentados por pequeños mamíferos, roedores y venados. Estos bosquetes pueden establecerse desde alturas de 2900 msnm hasta 3.400 msnm sobre áreas de potreros o zonas anegadas, en suelos pobres y preferiblemente ligeros. Los árboles a sembrar en patrón al tresbolillo con distancias entre sí de 4–6 m, y para el caso de herbáceas distancias de 50 cm conformando agregados de radio de 10m. En los bordes de los agregados las herbáceas dispuestas en franjas o formando agregados de radios de 5 m.

Algunos bosquetes de composición monoespecífica pueden establecerse en lugares pantanosos y son el refugio ideal para curíes y borugos.

Refugios para murciélagos:

Cerca de microcuencas fuertemente degradadas y aledaños a cercos vivos se pueden establecer cuevas con superposición de rocas grandes. La cueva tendrá una altura máxima de 80 cm y 2 m de profundo para estimular el establecimiento de murciélagos insectívoros y frugívoros, es preferible ubicarla en suelos edáficamente húmedos. El espacio de entrada a la cueva se plantará con especies que presenten de frutos apetecibles a los murciélagos con distancias entre sí de 70 cm, conformando una orla protectora sobre el contorno externo de la cueva, alrededor de este contorno se establecerá una franja con especies de morfotipo enmarañante con distancias entre sí de 50–70 cm.

En algunas áreas no es necesario el establecimiento de las cuevas pues están presentes en el paisaje local, se requiere únicamente aplicar en el contorno las fórmulas florísticas para este tratamiento.

Fórmulas florísticas

Zarzales:

- Barnadesia espinosa
- Rubus floribundus
- Rubus bogotensis

Chuscales:

Construir agregados con esquejes distanciados a 60 cm de:

- *Chusquea scandens*
- *Chusquea weberbauerii*
- *Chusquea tessellata*

Aplicar las condiciones de altitud optimas de la Sección 4.

Refugios para rapaces:

- *Puya nitida*
- *Cortaderia nitida*

Bosquetes enanos:

- *Escallonia myrtilloides* – *Cortaderia nitida* – *Puya nitida*
- *Polylepis cuadrijuga* – *Brachyotum strigosum*
- *Bucquetia glutinosa* – *Diplostephium rosmarinifolium*

Refugios para murciélagos, ronda de protección:

- *Piper lacunosum* – *Piper bogotense* – *Solanum nigrum*
- *Piper bogotense* - *Cestrum* spp – *Abatia parvifolia*
- *Smallanthus pyramidalis* – *Myrcia dugandii* – *Myrcianthes leucoxylla*

Herramientas complementarias

Comederos y habitáculos artificiales: existe un sin número de documentación para la construcción de habitáculos en madera, especiales para ardillas y diferentes grupos de aves, los cuales pueden incorporarse a los árboles plantados

- **Perchas:** las perchas (figura 9) son sitios de reposo y vigía para las aves. Se pueden establecer perchas simples o compuestas. La percha simple consiste en el establecimiento de alambres a manera de tendederos de ropa a una altura de 2m, debajo de la percha se deberá roturar el terreno esto con el fin de aprovechar la dispersión de colocar el terreno apto para el establecimiento de las semillas dispersadas por las aves que reposan en la percha. Las perchas compuestas son estructuras de alambre galvanizado que imitan la estructura de un árbol similar a la estructura de las antenas antiguas de televisión. Las perchas pueden ubicarse en lugares desprovistos de vegetación pero conectando parches o estribones de bosque

o rastrojo.

25. Generación de espacios autóctonos para la recreación y la educación ambiental.

Una de las mayores necesidades dentro de la ciudad es la generación de lugares de esparcimiento que contengan elementos autóctonos del paisaje bogotano, o bien la adecuación de espacios naturales para la educación ambiental.

Existe un desconocimiento generalizado sobre los ecosistemas altoandinos por gran parte de la comunidad escolar y la juventud, lo que es irónico, si se recuerda que Colombia ocupa el primer lugar a nivel mundial en diversidad de plantas con flores.

La estructuración de los actuales Programas Institucionales de Educación (PEI) y los Proyectos Educativos Escolares han sido por mucho tiempo el talón de Aquiles de los educandos, estructurándose proyectos educativos solo al interior de los planteles educativos y en algunos casos desarrollando temas ambientales fuera de contexto.

Santa Fe de Bogotá, por fortuna cuenta con una serie de relictos boscosos de gran valor, no solo por sus funciones ecológicas, sino por la edad de los bosques y las particulares especies de animales y árboles que los componen. Sin embargo, el inicio de un ecoturismo mal planeado implicaría la destrucción de los mismos ecosistemas y su pérdida irreparable.

En vista de estas consideraciones, se requiere cada vez con más urgencia sensibilizar al ciudadano y hacerlo realmente partícipe de la recuperación del espacio público, la naturalización de la ciudad, y la conservación de ecosistemas relictuales incorporando las acciones educativas al uso de los espacios naturales del Distrito, para reconocer y valorar los ecosistemas y la flora y fauna nativa altoandina.

Ejemplo de señalización en el área de ingreso

Reserva Forestal Bosque de Chuwacá – Localidad de Usaquén. Tipo de ecosistema: Bosque Altoandino Tipo de bosque: Bosque de chuwacá (<i>Prunus buxifolia</i>) y aguacatillos (<i>Ocotea heterophylla</i>) msnm: 3.050 Instrucciones de uso: • Utilice solo los senderos y espacios permitidos. • No realice fogatas. • No bote basura, use las canecas. • Procure silencio al interior del bosque. Balones en uso serán decomisados.

Este es un tratamiento integrado que requiere la combinación de otros anteriormente expuestos, se pretende dar un conjunto de pautas para el manejo de zonas potencialmente ecoturísticas dentro y fuera de la ciudad. Generar este tratamiento en áreas con ecosistemas relictuales requiere de especial atención para evitar poner en riesgo la integridad de los ecosistemas por acciones vandálicas hacia árboles y animales. Se deberá, por tanto, enfatizar en el manejo la promoción de los valores ecológicos y el estímulo sobre el visitante a adquirir conocimiento sobre las funciones y composición de los bosques altoandinos.

El tratamiento puede aplicarse tanto a ecosistemas naturales como plantaciones forestales protectoras o áreas de restauración.

Patrón espacial

El área fijada para esta función deberá contener tipos de áreas en los cuales se desarrollan acciones específicas.

Área de ingreso:

Zona de entrada, es preferible que sea una sola, con el fin de evitar la creación espontánea de caminos, la desinformación al usuario sobre las normas de uso del espacio. Es importante implementar un aviso de tamaño considerable presentando un croquis del lugar y un listado de instrucciones preventivas.

Se debe evitar la entrega de volantes informativos para prevenir se constituyan como fuente de basura del Lugar.

La señalización en la entrada debe ser sucinta y clara, (ver ejemplo de señalización).

Áreas de movilización:

Se trata de los caminos o senderos para ingresar o recorrer el área, los senderos preferiblemente deben ser estrechos 60 cm de ancho, con el fin de promover el silencio y la contemplación del lugar. Los senderos muy largos deberán poseer algunos espacios de descanso denominadas estaciones de guianza.

Para lugares con alta diversidad paisajística (ej.: peñascos, afloramientos rocosos, cuevas) se pueden realizar desviaciones hacia lugares de difícil accesibilidad con el fin de invitar a turistas más arriesgados al desarrollo de actividades de esparcimiento como escalar e inspeccionar.

- Estaciones de guianza: son áreas abiertas circulares presentes en los senderos de movilización aptas para detenerse y escuchar instrucciones de un guía. Es preferible que estén ubicadas en lugares con vista panorámica o donde se presente alta diversidad y esplendor visual del ecosistema, las estaciones pueden tener ayudas visuales como letreros con mensajes educativos sobre historia de uso o descripción ecológica del ecosistema.

- Museos vivientes: lugares en donde se presenta a manera de exposición la diversidad de la flora del ecosistema, ej.: Orquídeas, bromelias, musgos etc.

Áreas de recreación pasiva:

Existen algunos lugares de belleza escénica que pueden ser adecuados para recreación pasiva: lectura, caminata libre, ejercicio de orientación geográfica.

Podrán adecuarse miradores altos de 7m, dentro del bosque para contemplación de aves, estos preferiblemente en estructuras metálicas, resistente alta humedad, o miradores fuera del bosque de tipo panorámico ubicados en lugares de mayor altura y visibilidad.

Para el caso de espacios de cobertura en pastizal, se pueden promover miradores de pequeños mamíferos y aves, aplicado los tratamientos del literal 24.

Áreas para la contemplación y aprendizaje:

Se adecuarán algunos senderos de movilización dentro del bosque para la contemplación, los senderos deben ser angostos y protegidos a lado y lado con una malla metálica verde de altura no menor a 1.20 m, la penetración hacia el bosque no debe permitirse ya que el bosque altoandino es muy sensible al pisoteo. Señalizarán los individuos más representativos identificando su grupo taxonómico, determinación y nombre vulgar.

Se pueden implementar tramos pequeños en puentes colgantes para contemplación del dosel del bosque y aves, estos se ubicarán a la altura de 12 m que es el promedio aproximado del dosel de bosque altoandino maduro. Los tramos no pueden ser mayores a 100 m. Y deben adecuarse a la distribución de los árboles del bosque.

Algunas áreas en restauración se mostrarán para instruir a los visitantes sobre los conceptos de conservación, restauración y las técnicas y tratamientos aplicados en el área.

Tabla 5. Zonificación y acciones para espacios de recreación y educación ambiental

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	TRATAMIENTO	TIPO DE USO
Áreas con pastizal	Recuperación hábitats fauna	Rp – Ra – AA • Miradores y comederos de fauna • Kioscos
Áreas con bosque alto Nativo	Llenado ecotonos	Rc – Rp – Sm • Puentes colgantes • Miradores de fauna
Plantaciones densas de exóticas	Recuperación de ecosistema	Ra
Puntos probables para ingreso y salida del lugar	Jardinería amable	Si • Señalización
Áreas probables para senderos	Barreras antiguado	Sm • Adecuación
Claros o perturbaciones dentro del bosque	Restauración de claros de bosque Barreras antiguado	Si – Mv • Señalización
Ecotono bosque pastizal	Llenado de ecotonos	Si
Áreas con buena visibilidad panorámica	Jardinería amable	Pp • Mirador
Afloramientos rocosos	Barreras con Ericáceas para orientar los desplazamientos	Ra • Implementación cuerdas y estacas para escalar
Cuevas	Acceso con Jardinería amable	Ra • Señalización
Peñas de más de 60 grados con escasa vegetación pero estables	Control de erosión y barreras cortaviento	Ra • Implementación columpios y poleas
Margen de Quebradas	Barreras vegetacionales a lado y lado del sendero	Si – Ra – Mv • Puentes colgantes • Poleas
Nacimientos	Recuperación	I
Arboles relictuales de especies en extinción	Rescate de especies en peligro	Rc – Eg – Mv • Señalización
Ra ... Recreación activa I ... Zona intangible Si ... Sendero interpretativo Pp ... Áreas de apreciación y aprendizaje AA ... Áreas para toma de alimentos Rc ... Recreación contemplativa Mv ... Museo vivo Eg ... Estación de guianza Sm ... Sendero de movilización		

Áreas para la recreación activa:

Este tipo de recreación para espacios naturales en conservación es más bien limitada, se requiere potenciar el uso de espacios abiertos con menor cobertura vegetal con el fin de que la recreación no lesione el ecosistema, el diseño de columpios gigantes ubicados en cimas, telarañas o mallas para escalar infantiles dentro de matorrales o pastizales arbustivos o sistemas de poleas para cortos recorridos son los más recomendados.

En plantaciones forestales protectoras con exóticas (Pino o Eucalipto) se puede permitir el uso de balones pero en ecosistemas naturales no deberá ser permitido.

Área para toma de alimentos:

En espacios abiertos se podrán establecer Kioscos o refugios para departir, su arquitectura debe ser sencilla con un mínimo de material de concreto y colores crípticos que no interfieran con el verde de los bosques. Alrededor de estos espacios se integrarán comederos y bebederos para las aves y se aplicarán setos de especies melíferas.

Patrón espacial

- La aplicación de este tratamiento requiere la elaboración de una zonificación del área, cada lugar por sus características podrá ser planteado para cierto uso y manejo. Algunos lugares son de alta fragilidad por lo que se denominarán áreas intangibles, es decir, en donde se restringirá el acceso al turista o la implementación de cualquier tipo de obra física e infraestructural.

En la tabla 5 se resumen las posibles áreas y su manejo.

- Se deberá realizar un muestreo general sobre las especies arbóreas, orquídeas briófitos y bromelias del área.
- Se deberá realizar un inventario de fauna silvestre.
- Las especies arbóreas aledañas a los senderos o lugares de recreación pasiva se señalarán con letreros con su nombre vulgar y científico.
- Terminada la zonificación e inventarios de flora y fauna, se debe iniciar la integración de la comunidad vecina al conocimiento de la zona y si es viable se propenderá por su incorporación a las actividades ecoturísticas del lugar a través de capacitación en guianza ecológica.
- Se debe realizar temporalmente monitoreo y mantenimiento del estado de la señalización, senderos e infraestructura y procurar nutrir el muestrario de museo viviente.

26. SELECCION DE ESPECIES PARA LOS TRATAMIENTOS

La sección 4 contiene una muestra representativa de las principales dinamogenéticas del sistema sucesional regional, caracterizándolas según su aptitud morfológica y ecofisiológica para la conformación de las distintas herramientas vegetales (barreras de viento, cordones riparios, etc.).

Los tipos de Tratamiento, muestran en las fórmulas florísticas combinaciones exitosas, sin embargo, las que no estén presentes son viables en la medida en que el lector considere las especificaciones de la especie para la sere a la que pertenezca. De esta manera se pueden realizar cuantas combinaciones de especies, sin dejar de alto las especificaciones ambientales descritas en la ficha especialmente las relacionadas con la posición altitudinal, tipo de suelo, y las condiciones de pendiente etc.

La gama de morfotipos de las especies nativas del Distrito es muy amplia, dando la posibilidad aprovechar al máximo sus características particulares para diferentes usos.

En los tratamientos es importante tener en cuenta, por supuesto, los diferentes usos de las especies: como medicinales, maderables, ornamentales, alimenticias, etc., los cuales pueden suplir necesidades locales, al tiempo que aumentan el interés de la comunidad por la restauración.

La gran mayoría de las dinamogenéticas detectadas presentan propiedades medicinales y cualidades ornamentales, lo cual facilita en gran medida su aceptación y uso dentro por parte de los habitantes del Distrito. La idea del «jardín–botica», por ejemplo, se ha mostrado como uno de los más efectivos enganches de la restauración.

27. APLICACIÓN LOCAL DE TRATAMIENTOS. Ventanas de Restauración.

Con el fin de abordar y espacializar programas locales de restauración se realizó bajo el convenio DAMA - FUNDACIÓN BACHAQUEROS el «Mapa Plan de Restauración». Uno de los productos de este mapa plan, es un juego de 7 mapas denominados ventanas de restauración a escala 1:10.000.

Las ventanas de restauración pertenecen a las localidades de San Cristóbal, Usaqué, Santa Fe, Chapinero, Ciudad Bolívar, Usme y Sumapaz.

En esta cartografía se localizan los tratamientos de restauración aquí expuestos, aplicados a cada unidad de cobertura vegetal existente, teniendo en cuenta la dinámica de los sistemas de alteridad atendiendo las necesidades de armonización entre los procesos biofísicos, culturales y socioeconómicos presentes.

Las áreas seleccionadas para cada localidad se derivan del Diagnóstico y priorización de problemática ambiental del «Plan de Ecosistemas Estratégicos de las áreas Rurales del Distrito Capital» elaborada por la Fundación Bachaqueros en el marco del Convenio DAMA – CORPOICA.

A continuación se describen las áreas seleccionadas como ventana de Restauración:

- Localidad de San Cristóbal: Cuenca baja del Río San Cristóbal Localidad de Usaqué: Quebrada Contador y Parque Ecológico Recreacional San Rafael.
- Localidad de Santa Fe: Cerro de Guadalupe, Monserrate, El Cable y Parque Nacional.
- Localidad de Ciudad Bolívar: Área de Influencia acueducto La Lechuza.
- Localidad de Usme: Cuenca Media y baja del Río Mugroso
- Localidad de Sumapaz: Quebrada Jericó (vereda Las Animas).

Matriz 1, Tratamiento específico X Cuadros de restauración

Tratamiento específico	Cuadros de Restauración																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Plantaciones protectoras en bloque																		
2. Inducción a matorrales y rastrojos																		
3. Restauración de bordes de ecotono																		
4. Llenado de claros de bosque																		
5. Rescate flora amenazada																		
6. Restauración nacimientos de agua																		
7. Restauración de microcuencas																		
8. Cordones riparios																		
9. Barreras cortaviento																		
10. Barreras contra heladas																		
11. Barreras antiganado																		
12. Cercas vivas																		
13. Modelos agroforestales																		
14. Control exóticas invasoras																		
15. Control de sucesiones pirogénicas																		
16. Restauración de plantaciones forestales																		
17. Jardinería amable																		
18. Setos y agregados formadores de suelo																		
19. Cubiertas de Pteridium																		
20. Control de focos de erosión severa																		
21. Protección de taludes en vías																		
22. Cordones ruderales																		
23. Cordones y estribones omitócoros																		
24. Enriquecimiento hábitats fauna																		
25. Educación ambiental – ecoturismo																		

 Tratamiento complementario
 Tratamiento principal

Matriz 2, Especies dinamogenéticas X Tratamiento específico

Especies diemagenéticas	Tratamiento específico																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Ocotea calophylla</i>																									
<i>Ocotea heterophylla</i>																									
<i>Ocotea sericea</i>																									
<i>Oreopanax bogotense</i>																									
<i>Oreopanax floribundum</i>																									
<i>Orthosanthus chimboracensis</i>																									
<i>Pentacalia pulchellus</i>																									
<i>Piper bogotense</i>																									
<i>Polylepis quadrijuga</i>																									
<i>Prunus buxifolia</i>																									
<i>Pteridium aquilinum</i>																									
<i>Rubus bogotensis</i>																									
<i>Rubus floribundus</i>																									
<i>Saurauia ursina</i>																									
<i>Solanum lycioides</i>																									
<i>Solanum oblongifolium</i>																									
<i>Tibouchina grossa</i>																									
<i>Vallea stipularis</i>																									
<i>Verbesina elegans</i>																									
<i>Viburnum tinoides</i>																									
<i>Viburnum triphyllum</i>																									
<i>Weinmannia tomentosa</i>																									
<i>Xylosma spiculiferum</i>																									



[Volver al índice del Protocolo](#)



Libertad y Orden

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DECRETO NÚMERO 1640

2 AGO 2012

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

En ejercicio de sus facultades Constitucionales y legales, en especial las conferidas en los artículos 79, 80 y numeral 11° del artículo 189 de la Constitución Política y en desarrollo de lo dispuesto en los artículos 312 a 323 del Decreto-Ley 2811 de 1974, numerales 1° y 12° del artículo 5 y parágrafo 3° del artículo 33 de la ley 99 de 1993, y los artículos 212, 213 y 215 de la Ley 1450 de 2011 y,

CONSIDERANDO

Que el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia estableció que *"Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines"*.

Que el artículo 80 de la Carta Magna señaló que *"El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados..."*

Que el artículo 316 del Decreto - Ley 2811 de 1974 *"Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente"* estableció que se entiende por ordenación de una cuenca *"la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamientos"*.

Que el anterior código en su artículo 317 dispone: *"Para la estructuración de un plan de ordenación y manejo se deberá consultar a los usuarios de los recursos de la cuenca y a las entidades, públicas y privadas, que desarrollan actividades en la región"*.

Que además, el Decreto-Ley 2811 de 1994 en los literales c) y d) del artículo 45 señalan: *"c) Cuando se trate de utilizar uno o más recursos naturales renovables o de realizar actividades que puedan ocasionar el deterioro de otros recursos o la alteración de un ecosistema, para su aplicación prevalente de acuerdo con las prioridades señaladas en este Código o en los planes de desarrollo, deberán justipreciarse las diversas formas de uso o de medios para alcanzar este último, que produzcan el mayor beneficio en comparación con el daño que puedan causar en lo ecológico, económico y social"; "d) Los planes y*

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

programas sobre protección ambiental y manejo de los recursos naturales renovables deberán estar integrados con los planes y programas generales de desarrollo económico y social, de modo que se de a los problemas correspondientes un enfoque común y se busquen soluciones conjuntas, sujetas a un régimen de prioridades en la aplicación de políticas de manejo ecológico y de utilización de dos o más recursos en competencia, o a la competencia entre diversos usos de un mismo recurso".

Que en igual sentido de lo anterior, los artículos 48 y 49 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente estableció en materia de priorización: *"Además de las normas especiales contenidas en el presente libro, al determinar prioridades para el aprovechamiento de las diversas categorías de recursos naturales se tendrán en cuenta la conveniencia de la preservación ambiental, la necesidad de mantener suficientes reservas de recursos cuya escasez fuere o pudiere llegar a ser crítica y la circunstancia de los beneficios y costos económicos y sociales de cada proyecto"; "Las prioridades referentes a los diversos usos y al otorgamiento de permisos, concesiones o autorizaciones sobre un mismo recurso, serán señaladas previamente, con carácter general y para cada región del país, según necesidades de orden ecológico, económico y social. Deberá siempre tenerse en cuenta la necesidad de atender a la subsistencia de los moradores de la región, y a su desarrollo económico y social".*

Que por su parte, el artículo 5 de la Ley 99 de 1993 mediante el cual se definen las funciones del Ministerio del Medio Ambiente, estableció que le corresponde formular la Política Nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y además, establecerá las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente; así mismo, expedirá y actualizará el estatuto de zonificación de uso adecuado del territorio para su apropiado ordenamiento y las regulaciones nacionales sobre el uso del suelo en lo concerniente a sus aspectos ambientales y fijará las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial.

Que la ley 99 de 1993 en el parágrafo 3° del artículo 33 estipuló que *"En los casos en que dos o más Corporaciones Autónomas Regionales tengan jurisdicción sobre un ecosistema o sobre una cuenca hidrográfica comunes, constituirán de conformidad con la reglamentación que expida el Gobierno Nacional, una comisión conjunta encargada de concertar, armonizar y definir políticas para el manejo ambiental correspondiente.*

El Gobierno Nacional reglamentará los procedimientos de concertación para el adecuado y armónico manejo de áreas de confluencia de jurisdicciones entre las Corporaciones Autónomas Regionales y el Sistema de Parques Nacionales o Reservas.

Cuando dos o más Corporaciones Autónomas Regionales tengan a su cargo la gestión de ecosistemas comunes, su administración deberá efectuarse mediante convenios, conforme a los lineamientos trazados por el Ministerio del Medio Ambiente".

Que el literal b, numeral 1° del artículo 10 de la Ley 388 de 1997, señala que en la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, las cuales son determinantes ambientales y se constituyen en normas de superior jerarquía.

Que el Decreto 1729 de 2002 reglamentó la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas y parcialmente el numeral 12 del artículo 5o. de la Ley 99 de 1993, en relación con el estatuto de zonificación de uso adecuado del territorio.

4
52

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

Que el decreto 1604 de 2002 reglamentó el parágrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993 sobre cuencas hidrográficas compartidas.

Que la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, expedida en marzo de 2010 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estructuró un modelo espacial para una ordenación coherente de las cuencas hidrográficas, estableciendo las siguiente escalas:

1. *"Cuencas objeto de planificación estratégica: Corresponde a las cinco (5) grandes macro-cuencas o áreas hidrográficas del país (Magdalena-Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico), las cuales serán objeto de un análisis de planificación estratégica que defina lineamientos gruesos de gestión, de acuerdo con las potencialidades, vocación y particularidades ambientales y sociales de cada una de ellas".*
2. *"Cuencas objeto de instrumentación y monitoreo a nivel nacional: Corresponden a las cuarenta y dos (42) zonas hidrográficas, definidas en el mapa de zonificación ambiental del IDEAM, la cuales serán el espacio para monitorear el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico..."*
3. *"Cuenca objeto de ordenación y manejo: Corresponde a la cuencas de nivel igual o subsiguiente al de las denominadas sub-zonas hidrográficas, definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del IDEAM, en la cuales se formularán e implementarán los planes de manejo y ordenación de cuencas, pero de manera priorizada..."*
4. *"Cuencas y acuíferos objeto de Plan de Manejo Ambiental: Corresponde a las cuencas de orden inferior a las sub-zonas hidrográficas así como, los acuíferos prioritarios, las cuales serán objeto de planes de manejo..."*

Que a la luz de lo anterior, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico al haber definido que el manejo de las cuencas requiere de una planeación u ordenación coherente de las mismas, y al haber estructurado un modelo espacial para su gestión, se hace necesario ajustar la reglamentación actual a los objetivos, estrategias, metas y demás, establecidos en la política.

Que la Ley 1450 de 2011 "Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014" determinó en el Artículo 206: *"Rondas hídricas. Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y los Establecimientos Públicos Ambientales efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto-ley 2811 de 1974 y el área de protección o conservación aferente, para lo cual deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno Nacional".*

Que la ley 1450 de 2011 estableció en el Artículo 212 en relación con las Comisiones Conjuntas que le *"Corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en su condición de ente rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables del país y coordinador del Sistema Nacional Ambiental (SINA), integrar y presidir las Comisiones Conjuntas de que trata el Parágrafo tercero del artículo 33 de la Ley 99 de 1993.*

Parágrafo. Corresponde al Gobierno Nacional definir y reglamentar el mecanismo a través del cual se ejecutarán los recursos para la formulación e implementación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas con Comisión Conjunta".

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

Que el Decreto-Ley 3570 de 2011 "Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible" en el artículo 18 numeral 7°, estipuló como función de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico "Coordinar la participación del Ministerio en las comisiones conjuntas que presidirá".

Que la Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 en su artículo 213 determinó: "Solidaridad en la financiación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Las autoridades ambientales competentes, las entidades territoriales y demás entidades del orden nacional, departamental o municipal, asentadas y con responsabilidades en la cuenca, podrán en el marco de sus competencias, suscribirse a los convenios para la ejecución de proyectos de financiación por fuera de los límites jurisdiccionales".

Que además, la ley 1450 de 2011 en el párrafo del artículo 215 señaló "...corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas conforme a los criterios establecidos por el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o quien haga sus veces".

Que por su parte, en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, Capítulo VI. Sostenibilidad ambiental y Prevención del Riesgo; A. Gestión ambiental integrada y compartida; 1. Diagnóstico; b) Gestión integral del recurso hídrico, se determinó que "Las cuencas hidrográficas serán el instrumento fundamental para avanzar en la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio para lo cual se deberá: a) Formular lineamientos estratégicos y determinantes ambientales para las cinco macrocuencas; b) consolidar las normas sobre pautas para la ordenación de las cuencas y de los acuíferos asociados; c) expedir un manual para la gestión integral del recurso hídrico, que contendrá la guía para la formulación de POMCA y ordenamiento del recurso hídrico, a ser aplicada en las cuencas priorizadas por el MAVDT y; d) formular planes de manejo para acuíferos estratégicos que se encuentren por fuera de cuencas prioritarias objeto de ordenación..."

Que de otro lado, la Ley 1523 de 2012 adoptó la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y estableció el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Que el riesgo asociado al recurso hídrico constituye un componente fundamental de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, razón por la cual, además de incorporarse un componente de gestión de riesgo dentro del proceso de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas, dicha incorporación debe considerar y someterse a lo estipulado en la ley 1523 de 2012, en materia de funciones y competencias.

Que conforme a lo expuesto, la planificación, la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos del país, en los diferentes niveles definidos en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, requiere el establecimiento de instrumentos, mecanismos o instancias, conforme a los objetivos que les fueron planteados en la política.

Que en mérito de lo expuesto,

DECRETA:

TITULO I

Disposiciones Generales

ψ

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Artículo 1. Objeto. El presente decreto tiene como objeto Reglamentar:

1. El artículo 316 del Decreto-Ley 2811 de 1974 en relación con los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos del país, de conformidad con la estructura definida en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico;
2. El parágrafo 3° de la ley 99 de 1993 y artículo 212 de la ley 1450 de 2011 sobre comisiones conjuntas de cuencas hidrográficas comunes y procedimientos de concertación para el adecuado y armónico manejo de áreas de confluencia de jurisdicciones entre las Corporaciones Autónomas Regionales y el Sistema de Parques Nacionales o Reservas.

Artículo 2. Ámbito de aplicación. Las disposiciones del presente decreto son de carácter permanente y rigen en todo el Territorio Nacional y aplican a todas las personas naturales y jurídicas, en especial a las entidades del estado con competencias al interior de la estructura definida para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos del país, las cuales conforme a sus competencias, serán responsables de la coordinación, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los instrumentos establecidos para tal fin.

Artículo 3. Definiciones. Para los efectos de la aplicación e interpretación del presente decreto, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

Acuífero. Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas.

Aguas Subterráneas. Las subálveas y las ocultas debajo de la superficie del suelo o del fondo marino que brotan en forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares.

Amenaza. Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Consejo Ambiental Regional. Instancia de coordinación interinstitucional e intersectorial de los actores presentes en el área hidrográfica o macrocuenca, con fines de concertación.

Cuenca hidrográfica. Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica 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.

Ecosistema. Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como unidad funcional.

Ecosistema de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos. Aquéllos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

hidrológico, y en general con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

Estructura Ecológica Principal. Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones.

Gestión del riesgo. Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Límite de cuenca: Una cuenca hidrográfica se delimita por la línea de divorcio de las aguas. Se entiende por línea de divorcio la cota o altura máxima superficial, que divide dos cuencas contiguas.

Nivel subsiguiente de la subzona hidrográfica: Corresponde a aquellas cuencas con áreas de drenaje mayores a 500 km² dentro de una subzona hidrográfica y que sean afluentes directos del río principal.

Recurso Hídrico. Corresponde a las aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas.

Resiliencia. Capacidad de los ecosistemas para absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características naturales de estructura y funcionalidad, es decir, regresar a un estado similar al original una vez que la perturbación ha terminado.

Sistema acuífero. Corresponde a un dominio espacial, limitado en superficie y en profundidad, en el que existen uno o varios acuíferos, relacionados o no entre sí.

Servicios ecosistémicos. Procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto.

Vulnerabilidad intrínseca de un acuífero a la contaminación. Características propias de un acuífero que determinan la facilidad con que un contaminante derivado de actividades antrópicas o fenómenos naturales pueda llegar a afectarlo.

Vulnerabilidad. Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

Zona costera. Franja de anchura variable de tierra firme y espacio marítimo en donde se presentan procesos de interacción entre el mar y la tierra que contiene ecosistemas diversos y productivos dotados de gran capacidad para proveer servicios ecosistémicos.

23

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Parágrafo. Para efectos del presente decreto se consideran aquellas amenazas y vulnerabilidades que puedan restringir y condicionar el uso y aprovechamiento del territorio y sus recursos naturales renovables.

Artículo 4. De la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos. Se establece la siguiente estructura hidrográfica:

1. Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.
2. Zonas Hidrográficas.
3. Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente.
4. Microcuencas y Acuíferos.

Parágrafo. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, oficializará dentro de los noventa (90) días calendario, contados a partir de la publicación del presente decreto, el mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia a escala 1:500.000, relacionando las Áreas Hidrográficas, Zonas Hidrográficas y Subzonas Hidrográficas, con su respectiva delimitación geográfica, hidrografía, nombre y código.

Artículo 5. De los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. Los instrumentos que se implementarán para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos establecidos en la estructura del artículo anterior, son:

1. Planes Estratégicos, en las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.
2. Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico, en las Zonas Hidrográficas.
3. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, en Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente.
4. Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, en las cuencas de nivel inferior al del nivel subsiguiente de la Subzona Hidrográfica.
5. Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

Parágrafo 1º. Los acuíferos deberán ser objeto de Plan de Manejo Ambiental, cuyas medidas de planificación y administración deberán ser recogidas en los Planes de Ordenación y Manejo de las cuencas hidrográficas correspondientes.

Parágrafo 2º. Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas cuyos cuerpos de agua desemboken directamente en el mar, deberán considerar, además del área costera que hace parte de la cuenca, el área correspondiente a las aguas marinas, receptoras del drenaje de la respectiva cuenca, de conformidad con el área de influencia directa de la misma. Cuando el área de influencia directa de la misma supere la jurisdicción marina de la respectiva autoridad ambiental competente, se deberá consultar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible las medidas de ordenación y manejo que se deben adoptar.

Artículo 6. De las instancias para la coordinación de la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos: Son instancias de coordinación:

- *El Consejo Ambiental Regional de la Macrocuenca*, en cada una de las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas del país.
- *La Comisión Conjunta*, en las Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente, cuando la cuenca correspondiente sea compartida entre dos o más autoridades ambientales competentes.

✓
F

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Artículo 7. De las instancias de participación: Son instancias de participación para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos:

- *Consejos de Cuenca:* En las cuencas objeto de Plan de ordenación y manejo.
- *Mesas de Trabajo:* En las microcuencas o acuíferos sujetos de Plan de Manejo Ambiental.

Artículo 8. De las Evaluaciones Regionales del Agua. Las autoridades ambientales competentes elaborarán las evaluaciones Regionales del Agua, que comprenden el análisis integrado de la oferta, demanda, calidad y análisis de los riesgos asociados al recurso hídrico en su jurisdicción para la zonificación hidrográfica de la autoridad ambiental, teniendo como base las subzonas hidrográficas.

Parágrafo 1. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM definirá los lineamientos técnicos para el desarrollo de las Evaluaciones Regionales del Agua, en un término de una (1) año a partir de la publicación del presente decreto.

Parágrafo 2°: Las autoridades ambientales competentes contarán con un término de tres (3) años a partir de la elaboración de los lineamientos que trata el parágrafo 1°, para su desarrollo.

Parágrafo 3°. Los Estudios Regionales del Agua, servirán de insumo para la ordenación y manejo de las Cuencas Hidrográficas.

TITULO II

De los Planes Estratégicos

CAPITULO I

Disposiciones generales

Artículo 9. Del concepto. Instrumento de planificación ambiental de largo plazo que con visión nacional, constituye el marco para la formulación, ajuste y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planificación, planeación, gestión, y de seguimiento existentes en cada una de ellas.

Parágrafo. Los planes estratégicos de las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas, se formularán a escala 1:500.000 o un nivel más detallado cuando la información disponible lo permita.

Artículo 10. Áreas Hidrográficas objeto de Plan Estratégico. Corresponde a las macrocuencas establecidas en el mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia:

1. Caribe
2. Magdalena - Cauca
3. Orinoco
4. Amazonas
5. Pacífico

Artículo 11. De la competencia y formulación de los Planes Estratégicos. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de manera participativa, con base en la información e insumos técnicos suministrados por las autoridades ambientales competentes, las

6
Fu

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

entidades científicas adscritas y vinculadas de que trata el Título V de la Ley 99 de 1993 y Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena –CORMAGDALENA- en lo correspondiente a su jurisdicción, formulará el Plan Estratégico de cada una de las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas, el cual tendrá las siguientes fases:

1. **Línea base:** Análisis de la información técnica, científica, económica, social y ambiental disponibles e identificación de actores involucrados en la planificación de los recursos naturales de la macrocuenca, así como los principales conflictos y riesgos naturales y antrópicos no intencionales relacionados con los recursos naturales.
2. **Diagnóstico:** Identificación y evaluación de factores y variables que inciden en el desarrollo de la macrocuenca, asociados a cambios en el estado del recurso hídrico y demás recursos naturales.
3. **Análisis estratégico:** Concertación del modelo deseado de la respectiva macrocuenca, con base en el cual se definirán los lineamientos y directrices para la gestión integral del agua y de los demás recursos naturales.
4. **Acuerdos y Acciones estratégicas:** Definición de acuerdos, acciones e inversiones que podrán ser implementadas por cada uno de los actores claves.

Parágrafo 1°. Los Planes Estratégicos de las Macrocuencas deberán ser formulados de manera participativa, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 14 y 15 del presente decreto.

Parágrafo 2°. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de ser necesario, revisará y ajustará los lineamientos y directrices establecidas en los Planes Estratégicos cada diez (10) años.

Parágrafo 3°. Las entidades competentes generadoras de la información e insumos técnicos con los cuales el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible elaborará los planes estratégicos de las macrocuencas, deberán aportar la información pertinente en los medios técnicos que para tal fin señale el Ministerio.

Artículo 12. Del alcance. El Plan Estratégico de la respectiva macrocuenca se constituye en el marco para:

1. La formulación de los nuevos Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas al interior de la macrocuenca, así como, para el ajuste de los que ya han sido formulados.
2. La formulación de los Planes de Manejo de las Unidades Ambientales Marino Costeras y Oceánicas, así como, para el ajuste de los ya formulados;
3. La formulación de los Planes de Manejo Ambiental de las Microcuencas y acuíferos, así como, para el ajuste de los que ya han sido formulados.
4. La estructuración de la red nacional de monitoreo del recurso hídrico;
5. La formulación de políticas públicas sectoriales de carácter regional y/o local;
6. La formulación de los nuevos planes de acción cuatrienal de las autoridades ambientales regionales, en concordancia con las obligaciones estipuladas en el decreto 1200 de 2004 y demás normas reglamentarias;
7. Establecer criterios y lineamientos de manejo hidrológico de los principales ríos de la macrocuenca por parte de las autoridades ambientales, en términos de cantidad y calidad, al igual que los usos del agua a nivel de sub-área;
8. Establecer estrategias y acciones para mejorar la gobernabilidad del recurso hídrico y de los demás recursos naturales en la macrocuenca.

Parágrafo. No obstante lo señalado en los numerales 1, 2 y 3 del presente artículo, los Planes Estratégicos de las macrocuencas deberán considerar, tanto de los Planes de

4
F

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

Ordenación y Manejo de Cuencas, como de los Planes de Manejo de las Unidades Ambientales Marino Costeras y Oceánicas y de los Planes de Manejo Ambiental de microcuencas y de acuíferos, que se encuentren aprobados en estas áreas antes de la publicación del presente decreto, aquellos aspectos que sirvan de insumo para su formulación.

Artículo 13. De la coordinación. El seguimiento a los Planes Estratégicos de las macrocuencas, se realizará a través del Consejo Ambiental Regional de la Macrocuena de cada Área Hidrográfica.

CAPITULO II

Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas

Artículo 14. Del alcance. Son instancias de coordinación para:

1. Participación en la formulación y seguimiento del Plan.
2. Recolección de información sobre el estado y tendencia de la base natural y de las actividades socioeconómicas presentes.
3. Promover la incorporación de los lineamientos y directrices que resulten de los Planes Estratégicos, en los instrumentos de planificación y planes de acción de las instituciones y sectores productivos presentes en la macrocuena.
4. Promover acuerdos interinstitucionales e intersectoriales y acciones estratégicas sobre el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y desarrollo sostenible de las actividades sociales y económicas que se desarrollan en las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.

Artículo 15. De la convocatoria. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, convocará como mínimo a los siguientes actores a los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas en cada una de las Áreas Hidrográficas del país:

1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la macrocuena.
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva macrocuena.
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la macrocuena.
4. Los alcaldes de los municipios que integran la macrocuena en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.

Parágrafo 1°. Los asistentes a los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas definirán su reglamento operativo en un término no mayor a tres (3) meses contados a partir de la primera sesión. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible presidirá y llevará a cabo la secretaría administrativa y técnica.

Parágrafo 2°. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible convocará al Consejo Ambiental Regional de Macrocuena de cada una de las cinco (5) Áreas Hidrográficas o Macrocuencas del país, cada seis (6) meses o en un tiempo menor en caso de ser necesario, durante la formulación, implementación y seguimiento del Plan Estratégico.

✗
F

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

TITULO III

Del Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico

Artículo 16. Campo de acción, objetivo y definición de competencias. El Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico se adelantará a nivel de las Zonas Hidrográficas definidas en el mapa de zonificación ambiental del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM, las cuales serán el espacio para monitorear el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

El programa será implementado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" – INVEMAR en coordinación con las autoridades ambientales competentes, de conformidad con las funciones establecidas en el Decreto 1323 de 2007 *"Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH-"*.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con base en los insumos técnicos suministrados por las entidades científicas adscritas y vinculadas de que trata el Título V de la Ley 99 de 1993, adoptará mediante acto administrativo el Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico.

Artículo 17. De la Red Regional de Monitoreo del Recurso Hídrico. La autoridad ambiental competente, implementará en su respectiva jurisdicción la Red Regional de Monitoreo, con el apoyo del IDEAM y el INVEMAR, en el marco del Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico.

TITULO IV

De los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

CAPITULO I

Disposiciones generales

Artículo 18. Plan de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica. Instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico.

Parágrafo 1°. Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible la elaboración de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas de su jurisdicción, así como la coordinación de la ejecución, seguimiento y evaluación de los mismos.

Parágrafo 2°. A efectos de lo establecido en el parágrafo 3° del artículo 33 de la ley 99 de 1993 en relación con la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas comunes entre dos o más Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, el proceso se realizará teniendo en cuenta además, lo definido en el Título IV Capítulo IV "De las Comisiones Conjuntas" del presente decreto.

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Parágrafo 3°. En cuencas hidrográficas objeto de ordenación en donde existan áreas de confluencia de jurisdicciones entre la Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia y una Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible, les compete concertar el adecuado y armónico manejo de dichas áreas.

Parágrafo 4°. No podrán realizarse aprobaciones parciales de Planes de Ordenación y Manejo en cuencas hidrográficas compartidas. Las autoridades ambientales competentes integrantes de la comisión conjunta, una vez formulado, aprobarán el respectivo plan por medio de su propio acto administrativo.

Parágrafo 5°. Si las determinaciones que se profieran en el proceso de formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas inciden de manera directa y específica sobre comunidades étnicas, se deberá realizar de manera integral y completa la consulta previa específica exigida por el bloque de constitucionalidad, de conformidad con las pautas trazadas para ello por la doctrina constitucional.

Artículo 19. De las Directrices. La ordenación de cuencas se hará teniendo en cuenta:

1. El carácter especial de conservación las Áreas de Especial Importancia Ecológica.
2. Los ecosistemas y zonas que la legislación Ambiental ha priorizado en su protección, tales como: páramos, subpáramos, nacimientos de aguas, humedales, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos, zonas costeras, manglares, estuarios, meandros, ciénagas u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos, los criaderos y hábitats de peces, crustáceos u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos.
3. El consumo de agua para abastecimiento humano y en segundo lugar la producción de alimentos tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y deberá ser tenido en cuenta en la ordenación de la respectiva cuenca hidrográfica.
4. La prevención y control de la degradación de los recursos hídricos y demás recursos naturales de la cuenca.
5. La oferta, la demanda actual y futura de los recursos naturales renovables, incluidas las acciones de conservación y recuperación del medio natural para propender por su desarrollo sostenible y la definición de medidas de ahorro y uso eficiente del agua.
6. El riesgo que pueda afectar las condiciones físico bióticas y socioeconómicas en la cuenca, incluyendo condiciones de variabilidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos.

Artículo 20. De las cuencas hidrográficas objeto de ordenación y manejo. La ordenación y manejo se adelantará en las cuencas hidrográficas correspondientes a las Subzonas Hidrográficas definidas en el mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia o su nivel subsiguiente, en donde las condiciones ecológicas, económicas o sociales lo ameriten de acuerdo con la priorización establecida en el artículo 22 del presente decreto.

Parágrafo. Adopción de medidas. No obstante lo anterior, en aquellas cuencas hidrográficas donde no se ha iniciado la ordenación, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible establecerán las medidas de conservación y protección del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Artículo 21. De la escala cartográfica. Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, se elaborarán así:

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

- A escala 1:100.000, para las cuencas que hacen parte de las zonas hidrográficas o macrocuencas Orinoco, Amazonas y Pacífico, o un nivel más detallado cuando la información disponible lo permita.
- A escala 1:25.000, para las cuencas que hacen parte de las zonas hidrográficas o macrocuencas Caribe y Magdalena – Cauca-.

Parágrafo. Las cuencas transfronterizas, serán objeto de tratamiento especial, para lo cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible coordinará lo pertinente con el Ministerio de Relaciones Exteriores.

Artículo 22. Priorización de las cuencas hidrográficas para la ordenación y manejo. Las Corporaciones Autónomas Regionales priorizarán las cuencas objeto de ordenación en la respectiva Área Hidrográfica o Macrocuenca, de acuerdo con criterios de oferta, demanda y calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad.

Parágrafo 1º. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con los insumos técnicos del IDEAM, desarrollará los criterios de priorización de las cuencas hidrográficas objeto de ordenación y manejo a nivel de Área Hidrográfica o Macrocuenca en un plazo no mayor a tres (3) meses contados a partir de la publicación del presente decreto.

Parágrafo 2º. Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible incorporarán los resultados de la priorización así como las estrategias, programas y proyectos definidos en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, en los respectivos Planes de Gestión Ambiental Regional -PGAR y Planes de Acción.

Parágrafo 3º. Teniendo en cuenta las particularidades de localización geográfica, ambiental y ecológica del área de jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA, para efectos de ordenación y manejo de sus cuencas, será objeto de manejo especial.

Artículo 23. Del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas como determinante ambiental. El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.

Una vez aprobado el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en la que se localice uno o varios municipios, estos deberán tener en cuenta en sus propios ámbitos de competencia lo definido por el Plan, como norma de superior jerarquía, al momento de formular, revisar y/o adoptar el respectivo del Plan de Ordenamiento Territorial, con relación a:

1. La zonificación ambiental.
2. El componente programático.
3. El componente de gestión del riesgo.

Parágrafo 1º. Para efectos de la aplicación del numeral 1.3 del artículo 4 del Decreto 3600 de 2007, en relación con las cuencas hidrográficas, constituyen suelos de protección las áreas que en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, se definan como zonas de preservación. Y, en todo caso, las áreas protegidas del nivel nacional, regional o local existentes en la cuenca a ordenar.

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Parágrafo 2°. Para la determinación del riesgo, las zonas identificadas como de alta y muy alta amenaza y/o vulnerabilidad en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca, serán detalladas por los entes territoriales de conformidad con sus competencias.

Parágrafo 3°. Los estudios específicos del riesgo que se elaboren en el marco del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, serán tenidos en cuenta por los entes territoriales en los procesos de formulación, revisión y/o adopción de los Planes de Ordenamiento Territorial.

CAPITULO II

De la declaratoria en ordenación y la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

Artículo 24. De la declaratoria. Se realizará mediante resolución motivada por cada Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible competente, y tiene por objeto dar inicio al proceso de ordenación de la cuenca hidrográfica.

Dentro de los quince (15) días hábiles siguientes a la publicación del acto administrativo, se deberá poner en conocimiento de las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas y comunidades étnicas presentes o que desarrollen actividades en la cuenca. Dicha publicación se surtirá a través de un aviso que se insertará en un diario de circulación regional o con cobertura en la cuenca en ordenación así como en la página web de la autoridad ambiental.

Parágrafo 1°: El acto administrativo de declaratoria de inicio del proceso de ordenación de la cuenca, debe incluir la delimitación de la misma en la base cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a la escala en la cual se va a adelantar la ordenación de la cuenca, en concordancia con el mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia.

Artículo 25. De las Autorizaciones Ambientales. Durante el período comprendido entre la declaratoria en ordenación de la cuenca y la aprobación del Plan de Ordenación y Manejo, la Autoridad Ambiental Competente, podrá otorgar, modificar o renovar los permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales a que haya lugar, conforme a la normatividad vigente. Una vez se cuente con el plan debidamente aprobado, los permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales otorgadas, deberán ser ajustados a lo allí dispuesto.

Artículo 26. De las fases. Comprende las siguientes:

1. Aprestamiento
2. Diagnóstico
3. Prospectiva y Zonificación Ambiental
4. Formulación
5. Ejecución
6. Seguimiento y evaluación

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

Parágrafo 1°. Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible desarrollarán cada una de las fases de que trata el presente artículo acorde a los criterios técnicos, procedimientos y metodologías establecidos en la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

Parágrafo 2°. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en un plazo de diez (10) meses contados a partir de la publicación del presente decreto, elaborará la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas con base en los insumos técnicos del IDEAM y el apoyo de los institutos adscritos y vinculados al Ministerio.

Parágrafo 3°. El Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas incluirá los documentos técnicos de soporte, incluyendo anexos y cartografía resultante. Lo anterior, de conformidad con lo que se señale en la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

Parágrafo 4°. Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible reportarán anualmente al componente de Ordenación de Cuencas del módulo de Gestión del Sistema de Información de Recurso Hídrico - SIRH, el avance en los procesos de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción, mediante los protocolos y formatos que para tal fin expida el Ministerio.

Artículo 27. De la publicidad. La autoridad ambiental competente, dentro de los quince (15) días hábiles contados a partir de la finalización de la fase de formulación, comunicará a los interesados, mediante aviso que se publicará en un diario de circulación regional o con cobertura en la cuenca en ordenación y en su página web, con el fin que presenten las recomendaciones y observaciones debidamente sustentadas, dentro de los veinte (20) días hábiles siguientes a la publicación del aviso.

Una vez expirado el término para la presentación de recomendaciones y observaciones la autoridad ambiental competente procederá a estudiarlas y adoptará las medidas a que haya lugar, para lo cual dispondrá de un término de hasta dos (2) meses.

Artículo 28. De la armonización de los instrumentos de planificación. Dentro de las fases de elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica se deberá considerar los instrumentos de planificación y/o manejo de recursos naturales renovables existentes; en caso de ser conducente, dichos instrumentos deben ser ajustados y armonizados por la respectiva autoridad ambiental competente en la fase de ejecución, a la luz de lo definido en el respectivo plan. Para este fin, deberá tenerse en cuenta entre otros los siguientes instrumentos:

1. Planes de Manejo de Humedales.
2. Plan de Manejo de Páramos.
3. Planes de Manejo Integrales de Manglares.
4. Delimitación de Rondas Hídricas
5. Planes de Manejo Forestal y Planes de Aprovechamiento Forestal.
6. Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico.
7. Reglamentación de Usos de Agua y de Vertimientos
8. El componente ambiental de los Programas de Agua para la Prosperidad.
9. Planes de vida y/o planes de etno desarrollo en el componente ambiental
10. Los demás instrumentos de planificación ambiental de los recursos naturales renovables.

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Artículo 29. De la consideración de los instrumentos y planes sectoriales. En las fases de diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental del proceso de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, se deberán considerar los instrumentos sectoriales de planificación, con el fin de prever la demanda de recursos naturales renovables de la cuenca, los impactos potenciales sobre los mismos, los ecosistemas y la biodiversidad.

Artículo 30. De la fase de aprestamiento. En esta fase se conformará el equipo técnico pertinente para realizar y acompañar el proceso de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, se definirá el programa de trabajo, la estrategia de socialización y participación, la recopilación y consolidación de información existente y la logística requerida, entre otros aspectos.

La estrategia de participación deberá identificar las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas, así como las comunidades étnicas que estén asentadas en la respectiva cuenca hidrográfica y definir el proceso de conformación de los Consejos de Cuenca.

Parágrafo. En fase de aprestamiento se deberá desarrollar la preconsulta de la consulta previa a las comunidades étnicas cuando a ello haya lugar, de acuerdo con los procedimientos establecidos para tal efecto.

Artículo 31. De la fase de diagnóstico. En la presente fase, se identificará y caracterizará entre otros aspectos:

1. El estado de la cuenca en los aspectos social, cultural, económico y biofísico, incluyendo la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos de la misma;
2. La oferta y demanda de los recursos naturales renovables, con énfasis en el recurso hídrico;
3. Las condiciones de amenaza y vulnerabilidad que puedan restringir y condicionar el uso y aprovechamiento del territorio y sus recursos naturales renovables;
4. Los conflictos socio ambientales, restricciones y potencialidades de la cuenca;
5. La demanda de bienes y servicios de las áreas de uso urbano con respecto a la oferta ambiental de la cuenca, identificando los impactos generados.

Como resultado de la fase de diagnóstico se definirá la estructura ecológica principal y la línea base de la cuenca hidrográfica en ordenación, la cual servirá de insumo para el desarrollo de la fase de Prospectiva y zonificación ambiental.

Las áreas urbanas y las zonas costeras deberán ser consideradas como parte integral de la cuenca hidrográfica respectiva y como tal deberán ser objeto de análisis en las fases de diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental.

Artículo 32. De la fase prospectiva y zonificación ambiental. Fase en la cual se diseñarán los escenarios futuros del uso coordinado y sostenible del suelo, de las aguas, de la flora y de la fauna presente de la cuenca, el cual definirá en un horizonte no menor a diez (10) años el modelo de ordenación de la cuenca, con base en el cual se formulará el Plan de Ordenación y Manejo correspondiente.

Parágrafo 1°. Como resultado de la fase de prospectiva se elaborará la zonificación ambiental, la cual tendrá como propósito establecer las diferentes unidades homogéneas del territorio y las categorías de uso y manejo para cada una de ellas. Se incluirán como componente dentro de esta zonificación, las condiciones de amenaza y vulnerabilidad.

ψ
F

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Parágrafo 2°. Las categorías de uso, manejo y los criterios técnicos para la elaboración de la zonificación ambiental se desarrollarán con base en los parámetros que se definan en la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas.

Artículo 33. De la fase de formulación. En esta fase se definirá:

1. El componente programático.
2. Las medidas para la administración de los recursos naturales renovables.
3. El componente de gestión del riesgo.

Parágrafo. En fase de formulación se deberá desarrollar la consulta previa a las comunidades étnicas cuando a ello haya lugar, de acuerdo con los procedimientos establecidos para tal efecto.

Artículo 34. Del componente programático de la fase de formulación. El cual incluirá como mínimo: objetivos, estrategias, programas, proyectos, actividades, metas e indicadores, cronogramas, fuentes de financiación, mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como los responsables de la ejecución de las actividades allí contenidas, especificando las inversiones anuales en el corto, mediano y largo plazo.

Artículo 35. De las medidas para la administración de los recursos naturales renovables. En la fase de formulación se deberá definir e identificar los recursos naturales renovables que deben ser objeto de implementación de instrumentos de planificación y/o administración por parte de las autoridades ambientales competentes, tales como:

1. Bosques sujetos de restricción para aprovechamiento forestal.
2. Ecosistemas objeto de medidas de manejo ambiental.
3. Zonas sujetas a evaluación de riesgo.
4. Especies objeto de medidas de manejo ambiental
5. Áreas sujetas a declaratoria de áreas protegidas
6. Áreas de páramo objeto de delimitación o medidas de manejo
7. Áreas de humedales objeto de delimitación o medidas de manejo
8. Áreas de manglares objeto de delimitación o medidas de manejo
9. Cuerpos de agua y/o acuíferos sujetos a plan de ordenamiento del recurso hídrico.
10. Cuerpos de agua y/o acuíferos sujetos a reglamentación del uso de las aguas.
11. Cuerpos de agua sujetos a reglamentación de vertimientos.
12. Cauces, playas y lechos sujetos de restricción para ocupación.
13. Cuerpos de agua priorizadas para la definición de ronda hídrica.
14. Acuíferos objeto de plan de manejo ambiental.

Parágrafo. En caso de que en la cuenca existan acuíferos, las medidas de manejo ambiental para la preservación y restauración, entre otros, harán parte integral del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca y deberán sujetarse a lo establecido en la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos, de que trata el parágrafo 2° del artículo 63 del presente decreto.

Artículo 36. Del componente de gestión del riesgo. Las autoridades ambientales competentes en la fase de formulación deberán incorporar la gestión del riesgo, para lo cual, priorizarán y programarán acciones para el conocimiento y reducción del riesgo y recuperación ambiental de territorios afectados. Las autoridades ambientales competentes desarrollarán este componente con base en los parámetros que se definan en la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas.

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

Artículo 37. De la aprobación. El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica será aprobado mediante resolución, por la(s) Corporación(es) Autónoma(s) Regional(es) y de Desarrollo Sostenible competente(s), dentro de los dos (2) meses siguientes a la expiración de los términos previstos en el artículo 27 del presente decreto. El acto administrativo que se expida en cumplimiento de lo aquí previsto, será publicado, en la gaceta de la respectiva entidad. Adicionalmente, se deberá publicar en un diario de circulación regional y en la página web de la respectiva entidad.

Artículo 38. De la fase de ejecución. Corresponde a la Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible competentes coordinar la ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, en el escenario temporal para el cual fue formulado, sin perjuicio de las competencias establecidas en el ordenamiento jurídico para la inversión y realización de las obras y acciones establecidas en la fase de formulación del Plan.

Artículo 39. De la fase de seguimiento y evaluación. Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible realizarán anualmente el seguimiento y evaluación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, con base en el mecanismo que para tal fin sea definido el respectivo Plan, conforme a lo contemplado en la Guía Técnica para la Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica.

Artículo 40. De la revisión y ajustes al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica. Con fundamento en los resultados anuales del seguimiento y evaluación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica o ante la existencia de cambios significativos en las previsiones sobre el escenario prospectivo seleccionado, la Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible, podrá ajustar total o parcialmente el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, para lo cual se sujetará al procedimiento previsto para las fases de diagnóstico, prospectiva y formulación del Plan.

CAPITULO III

De la financiación del proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

Artículo 41. De las fuentes de financiación. Las entidades responsables de la implementación del Plan, en el marco de sus competencias, podrán destinar para este fin, los siguientes recursos:

1. Los provenientes de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible competentes, tales como:
 - a. Las tasas retributivas por vertimientos a los cuerpos de agua.
 - b. Las tasas por utilización de aguas.
 - c. Las transferencias del sector eléctrico.
 - d. Las sumas de dinero que a cualquier título le transfieran las personas naturales y jurídicas con destino a la ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica.
 - e. Las contribuciones por valorización.
 - f. Las provenientes de la sobretasa o porcentaje ambiental.
 - g. Las compensaciones de que trata la Ley 141 de 1994 o la norma que la modifique o adicione.
 - h. Las tasas compensatorias o de aprovechamiento forestal.
 - i. Convenio o Contrato Plan a que se refiere la Ley 1450 de 2011 en su artículo 8 para ejecución de proyectos estratégicos.

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

- j. Los demás recursos que apropien para la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas.
2. Los provenientes de las entidades territoriales, tales como:
 - a. El 1% de que trata el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 o la norma que la modifique, sustituya o adicione.
 - b. Los apropiados en su presupuesto en materia ambiental.
 - c. Los previstos en materia ambiental en el Plan Nacional de Desarrollo vigente, en relación con los planes para el manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento.
3. Los provenientes de los usuarios de la cuenca hidrográfica, tales como:
 - a. El 1% de que trata el párrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 o la norma que la modifique, sustituya o adicione.
 - b. Los que deban ser invertidos en medidas de compensación por el uso y aprovechamiento y/o intervención – afectación de los recursos naturales renovables.
 - c. Los no derivados del cumplimiento de la legislación ambiental en el marco de su responsabilidad social empresarial.
4. Los provenientes del Sistema General de Regalías.
5. Los provenientes del Fondo de Compensación Ambiental.
6. Los provenientes del Fondo Nacional Ambiental - FONAM.
7. Los provenientes del Fondo de Adaptación.
8. Los provenientes de los Fondos que para tal efecto reglamente el gobierno nacional.
9. Los provenientes de cualquier otra fuente financiera y económica que la autoridad ambiental competente, identifique y deba ser ejecutada por parte de las personas naturales y/o jurídicas que tengan asiento en la cuenca hidrográfica.
10. Los provenientes de donaciones.
11. Recursos provenientes de la Ley 1454 de 2011

Parágrafo 1°. Para lo dispuesto en el presente artículo, se tendrá en cuenta la destinación específica prevista en cada fuente de financiación.

Parágrafo 2°. Los proyectos definidos en la fase de formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, así como los proyectos de preservación y restauración de las mismas, podrán ser priorizados para su ejecución por el FONAM, el Fondo de Compensación Ambiental y el Sistema General de Regalías, de conformidad con la normatividad vigente.

Parágrafo 3°. Las inversiones de que trata el literal a) del numeral 3 del presente artículo, se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental, de acuerdo a lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica.

Artículo 42. Aplicación del principio de solidaridad en la financiación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. En desarrollo del artículo 213 de la Ley 1450 de 2011, las autoridades ambientales competentes, las entidades territoriales y demás entidades del orden nacional, departamental o municipal, asentadas y con responsabilidades en la cuenca y su problemática ambiental, podrán en el marco de sus competencias, invertir en los programas, proyectos y actividades definidas en el aspecto programático del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, sin tener en

Handwritten signature or mark.

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

cuenta sus límites jurisdiccionales. Para estos efectos se podrán suscribir los convenios a que haya lugar de acuerdo con la Ley 1454 de 2011.

CAPITULO IV

De las Comisiones Conjuntas

Artículo 43. Del Objeto. Las comisiones Conjuntas de que trata el parágrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993, tienen por objeto, concertar y armonizar el proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas comunes entre dos o más Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible.

Artículo 44. De la conformación. Estarán integradas de la siguiente manera:

1. Los Directores de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible o su delegado, de las Corporaciones con jurisdicción en la Cuenca Hidrográfica objeto de ordenación y manejo.
2. El Director de la Dirección de Gestión Integral del Recursos Hídrico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o su(s) delegado(s) quien la presidirá.

Parágrafo 1°. Con el propósito de definir los procedimientos de concertación para el adecuado y armónico manejo de áreas de confluencia de jurisdicciones entre las Corporaciones Autónomas Regionales y el Sistema de Parques Nacionales, el Director de la Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia o su delegado o el respectivo Director Territorial, cuando a ello hubiere lugar, asistirá en calidad de invitado.

Parágrafo 2°. Para las cuencas hidrográficas comunes se deberá conformar la comisión conjunta en un plazo no mayor a tres (3) meses contados a partir de la publicación del presente decreto. Para este fin, cualquiera de los miembros integrantes de la cuenca podrá convocar la conformación de la Comisión Conjunta a que haya lugar.

Parágrafo 3°. Una vez conformada la Comisión Conjunta, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible procederán a publicar el acto administrativo de constitución de conformidad con lo establecido en el ordenamiento jurídico.

Artículo 45. De las reuniones. La Comisión Conjunta deberá reunirse con la periodicidad prevista en el cronograma establecido para tal fin. Podrán asistir a las reuniones de la Comisión en calidad de invitados, personas naturales y/o jurídicas, cuando lo considere pertinente la Comisión. Los invitados tendrán voz pero no voto.

Artículo 46. De las funciones. La Comisión Conjunta cumplirá las siguientes:

1. Acordar y establecer las políticas para la ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica compartida.
2. Recomendar el ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica común.
3. Recomendar las directrices para la planificación y administración de los recursos naturales renovables de la cuenca hidrográfica común objeto de formulación o ajuste del Plan de Ordenación y Manejo, en relación con los siguientes instrumentos entre otros:

4
E

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

- El ordenamiento del recurso hídrico.
 - La reglamentación de los usos del agua.
 - La reglamentación de vertimientos.
 - El acotamiento de las rondas hídricas.
 - Los programas de legalización de usuarios.
 - El programa de monitoreo del recurso hídrico.
 - Los planes de manejo ambiental de acuíferos.
 - Declaratoria de Sistemas Regionales de Áreas Protegidas.
 - El componente de gestión del riesgo a nivel de amenaza y vulnerabilidad.
 - El plan de manejo ambiental de microcuencas.
4. Servir de escenario para el manejo de conflictos en relación con los procesos de formulación o ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica común y de la administración de los recursos naturales renovables de dicha cuenca.
 5. Acordar estrategias para la aplicación de los instrumentos económicos en la cuenca hidrográfica común.
 6. Realizar anualmente el seguimiento y evaluación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica común.
 7. Elegir de manera rotativa el Secretario de la Comisión Conjunta y el término de su ejercicio.
 8. Definir el cronograma de reuniones.
 9. Constituir el comité técnico.
 10. Concertar con la Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia en áreas de confluencia de sus respectivas jurisdicciones, el proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

Artículo 47. De los comités técnicos. La Comisión Conjunta constituirá comités técnicos, quienes suministrarán el soporte técnico para la toma de decisiones por parte de los miembros de la Comisión Conjunta. Podrán asistir a las reuniones del comité técnico en calidad de invitados personas naturales y jurídicas, cuando sea pertinente.

Parágrafo 1°. El Director de la Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia o su delegado o el respectivo Director Territorial, participará cuando a ello hubiere lugar, con el propósito de concertar el adecuado y armónico manejo de áreas de confluencia de jurisdicciones entre las Corporaciones Autónomas Regionales y el Sistema de Parques Nacionales.

Parágrafo 2°. El comité técnico será integrado por servidores públicos de las autoridades ambientales que la conforman.

CAPÍTULO V

De los Consejos de Cuenca

Artículo 48. Del Consejo de Cuenca. Es la instancia consultiva y representativa de todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca hidrográfica.

Parágrafo. La autoridad ambiental competente podrá apoyar los aspectos logísticos y financieros para el funcionamiento del Consejo de Cuenca.

Artículo 49. De la conformación. Representantes de cada una de las personas jurídicas públicas y/o privadas asentadas y que desarrollen actividades en la cuenca, así como de las

- “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

comunidades campesinas, e indígenas y negras, y asociaciones de usuarios, gremios, según el caso.

Parágrafo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en un plazo no mayor a tres (3) meses, contados a partir de la publicación del presente decreto, establecerá los lineamientos para su conformación.

Artículo 50. De las funciones. El Consejo de Cuenca tendrá las siguientes:

1. Aportar información disponible sobre la situación general de la cuenca.
2. Participar en las fases del Plan de Ordenación de la cuenca de conformidad con los lineamientos que defina el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
3. Servir de espacio de consulta en las diferentes fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca, con énfasis en la fase prospectiva.
4. Servir de canal para la presentación de recomendaciones y observaciones en las diferentes fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica declarada en ordenación, por parte de las personas naturales y jurídicas asentadas en la misma.
5. Divulgar permanentemente con sus respectivas comunidades o sectores a quienes representan, los avances en las fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca.
6. Proponer mecanismos de financiación de los programas, proyectos y actividades definidos en la fase de formulación del plan.
7. Hacer acompañamiento a la ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca.
8. Elaborar su propio reglamento en un plazo de tres (3) meses contados a partir de su instalación.
9. Contribuir con alternativas de solución en los procesos de manejo de conflictos en relación con la formulación o ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica y de la administración de los recursos naturales renovables de dicha cuenca.

Artículo 51. Del período de los representantes ante el Consejo de Cuenca. El período de los miembros de los Consejos de Cuenca será de cuatro (4) años, contados a partir de su instalación.

Artículo 52. De la secretaría. Deberá ser ejercida por quien delegue el Consejo de Cuenca y se rotará conforme a lo dispuesto en su reglamento interno. Las funciones serán definidas en el reglamento interno del Consejo de Cuenca.

Artículo 53. De la participación ciudadana. Las personas naturales, jurídicas, públicas y privadas, asentadas en la cuenca hidrográfica declarada en ordenación por la autoridad ambiental competente, podrán participar en las diferentes fases del proceso de ordenación y manejo de la misma, presentando sus recomendaciones y observaciones a través de sus representantes en el Consejo de Cuenca de que trata el presente decreto, sin perjuicio de las demás instancias de participación que la autoridad ambiental competente considere pertinente implementar en estos procesos.

PC

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

TITULO V

Planes de Manejo Ambiental

CAPITULO I

Plan de Manejo Ambiental de Microcuencas

Artículo 54. Del objeto y la responsabilidad. Planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, mediante la ejecución de proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de la microcuenca. La Autoridad Ambiental competente formulará el plan.

Artículo 55. De las microcuencas objeto de Plan de Manejo Ambiental. En aquellas microcuencas que no hagan parte de un Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, se formulará en las cuencas de nivel inferior al del nivel subsiguiente, según corresponda.

Parágrafo. En los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas se deberá adelantar el mecanismo de consulta previa a las comunidades étnicas cuando a ello haya lugar, de acuerdo con los procedimientos establecidos para tal efecto.

Artículo 56. De la escala cartográfica. Los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas se elaborarán en escalas mayor o igual a 1:10.000.

Artículo 57. De la selección y priorización. La Autoridad Ambiental competente, elaborará el Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca, previa selección y priorización de la misma, cuando se presenten o se prevean como mínimo una de las siguientes condiciones, en relación con oferta, demanda y calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad:

1. Desequilibrios físicos, químicos o ecológicos del medio natural derivados del aprovechamiento de sus recursos naturales renovables.
2. Degradación de las aguas o de los suelos y en general de los recursos naturales renovables, en su calidad y cantidad, que pueda hacerlos inadecuados para satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible de la comunidad asentada en la microcuenca.
3. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales que puedan afectar los servicios ecosistémicos de la microcuenca, y la calidad de vida de sus habitantes.
4. Cuando la microcuenca sea fuente abastecedora de acueductos y se prevea afectación de la fuente por fenómenos antrópicos o naturales.

Parágrafo 1°. Mesa Técnica de concertación. Cuando los límites de una microcuenca comprendan más de una jurisdicción y no haga parte de una cuenca hidrográfica en ordenación, las Autoridades Ambientales competentes con jurisdicción en ella, concertarán el proceso de planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca.

Parágrafo 2°. Una vez aprobado el Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca el municipio correspondiente deberá tener en cuenta lo definido en el Plan, al momento de elaborar, ajustar y adoptar el Plan de Ordenamiento Territorial.

Parágrafo 3°. No obstante lo definido en este artículo, las Autoridades Ambientales competentes impondrán las medidas de conservación, protección y uso sostenible de los recursos naturales a que haya lugar, en aquellas microcuencas que aún no han sido objeto de Plan de manejo Ambiental.

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Artículo 58. De las fases. Comprende las siguientes:

1. **Aprestamiento.** Se conformará el equipo técnico necesario para realizar y acompañar la formulación e implementación del plan, se definirá el plan de trabajo, la estrategia de socialización y participación y la logística, entre otros aspectos.
2. **Diagnóstico.** Se identificará y caracterizará la problemática generada por desequilibrios del medio natural, la degradación en cantidad o calidad de los recursos naturales renovables, los riesgos naturales y antrópicos estableciendo las causas, los impactos ambientales, entre otros aspectos.
3. **Formulación.** Se definirán los proyectos y actividades a ejecutar por la autoridad ambiental competente, con el fin de solucionar la problemática identificada en el diagnóstico, estableciendo el cronograma de ejecución, costos y responsables.
4. **Ejecución.** Se ejecutarán los proyectos y actividades, conforme a lo dispuesto la fase de formulación.
5. **Seguimiento y evaluación.** Se realizará el seguimiento y la evaluación del Programa, conforme a las metas e indicadores planteados en el respectivo programa, con el objeto de definir los ajustes a que haya lugar.

Parágrafo 1°. La Autoridad Ambiental competente para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca, desarrollará cada una de las fases de que trata el presente artículo acorde a los criterios técnicos, procedimientos y metodologías, que para este efecto, se establezca en la Guía Metodológica para la Formulación de los Programas de Manejo Ambiental de Microcuencas.

Parágrafo 2°. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dentro de los diez (10) meses siguientes, contados a partir de la publicación de este decreto, expedirá con base en los insumos técnicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, la Guía Metodológica para la Formulación de los Programas de Manejo Ambiental de Microcuencas.

Parágrafo 3°. Durante el desarrollo de las fases del Plan de Manejo, la Autoridad Ambiental competente podrá conformar mesas de trabajo, como apoyo para el desarrollo de las diferentes fases del plan.

Artículo 59. De la aprobación. El Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca será aprobado, mediante resolución de la Autoridad Ambiental competente, dentro de los dos (2) meses siguientes a la terminación de la formulación del Plan e incorporará en su Plan de Acción los programas y proyectos a ejecutar de manera gradual.

Cuando una microcuenca sea compartida, y estando ella por fuera de un Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, el Plan de Manejo Ambiental deberá ser aprobado de conformidad con lo estipulado en el parágrafo 4° del artículo 18 del presente decreto.

Parágrafo. La(s) Autoridad(es) Ambiental(es) competente(s) reportará(n) al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el avance en relación con la selección, priorización y formulación de los Planes de Manejo Ambiental de las microcuencas de su jurisdicción, para lo cual el Ministerio elaborará el formato y definirá la periodicidad para el respectivo reporte.

Artículo 60. De la Financiación. La(s) Autoridad(es) Ambiental(es) competente(s), las entidades territoriales y demás entidades del orden nacional, departamental o municipal,

✓

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

asentadas y con responsabilidades en la microcuenca, podrán en el marco de sus competencias, invertir en la ejecución de los proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de la microcuenca.

La elaboración y ejecución de los Plan de Manejo Ambiental de Microcuencas, tendrá en cuenta las fuentes de financiación previstas en el artículo 41 del presente decreto, de acuerdo a la destinación específica de cada fuente.

En desarrollo de lo dispuesto en el artículo 213 de la Ley 1450 de 2011, las inversiones y costos de los proyectos y actividades definidos en el Plan de Manejo Ambiental de Microcuencas, así trasciendan los límites jurisdiccionales podrán ser asumidos conjuntamente por la Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible y las entidades territoriales, según cada caso.

CAPITULO II

Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos

Artículo 61. Del objeto y la responsabilidad. Planificación y administración del agua subterránea, mediante la ejecución de proyectos y actividades de conservación, protección y uso sostenible del recurso. La autoridad ambiental competente formulará el plan.

Parágrafo. En los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos se deberá desarrollar el mecanismo de consulta previa a las comunidades étnicas cuando a ello haya lugar, de acuerdo con los procedimientos establecidos para tal efecto.

Artículo 62. De la selección y priorización. En aquellos acuíferos que no hagan parte de un Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, la autoridad ambiental competente elaborará el Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos, previa selección y priorización del mismo, cuando se presenten o se prevean como mínimo una de las siguientes condiciones, en relación con oferta, demanda y calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad:

1. Agotamiento o contaminación del agua subterránea de conformidad con lo establecido en el artículo 152 del Decreto- Ley 2811 de 1978 reglamentado por los artículos 121 y 166 de Decreto 1541 de 1974 o la norma que los modifique o sustituya.
2. Cuando el agua subterránea sea la única y/o principal fuente de abastecimiento para consumo humano.
3. Cuando por sus características hidrogeológicas el acuífero sea estratégico para el desarrollo socio-económico de una región.
4. Existencia de conflictos por el uso del agua subterránea.
5. Cuando se requiera que el acuífero sea la fuente alterna por desabastecimiento de agua superficial, debido a riesgos antrópicos o naturales.

Parágrafo 1°. No obstante lo definido en este artículo, las autoridades ambientales competentes impondrán las medidas de conservación, protección y uso sostenible de los recursos naturales a que haya lugar, en aquellos acuíferos que aún no han sido objeto de Plan de manejo Ambiental.

Parágrafo 2°. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dentro de los (3) tres meses siguientes contados a partir de la publicación de este decreto, expedirá con base en los insumos técnicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM, la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

Parágrafo 3°. Mesa Técnica de concertación. Cuando los límites de un acuífero comprendan más de una jurisdicción y no haga parte de una cuenca hidrográfica en ordenación, las autoridades ambientales competentes con jurisdicción en el acuífero, concertarán el proceso de planificación y administración del agua subterránea.

Una vez aprobado el Plan de Manejo Ambiental del acuífero, el municipio correspondiente deberá tener en cuenta lo definido en el Plan, al momento de elaborar, ajustar y adoptar el Plan de Ordenamiento Territorial.

Artículo 63. De las fases. Comprende las siguientes:

1. **Fase de aprestamiento.** Se conformará el equipo técnico necesario para realizar y acompañar la formulación e implementación del plan, se definirá el plan de trabajo, la estrategia de socialización y participación y la logística, entre otros aspectos.
2. **Fase de diagnóstico.** Se elaborará o actualizará la línea base de la oferta y demanda de agua subterránea, la identificación de conflictos y problemáticas por uso del acuífero, el análisis de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, la identificación y análisis de riesgos de las fuentes potenciales de contaminación, entre otros aspectos.
3. **Fase de formulación.** Se definirán las medidas a implementar, los proyectos y actividades a ejecutar, con el fin de solucionar la problemática identificada en el diagnóstico, estableciendo el cronograma de ejecución, los costos y responsables.
4. **Fase de ejecución.** Se desarrollarán las medidas, proyectos y actividades, conforme a lo dispuesto en la fase de formulación.
5. **Fase de seguimiento y evaluación.** Se realizará el seguimiento y la evaluación del Plan, conforme a las metas e indicadores planteados en el respectivo plan, con el objeto de definir los ajustes a que haya lugar.

Parágrafo 1° La(s) autoridad(es) ambiental(es) competente(s) en la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Acuífero, desarrollarán cada una de las fases de que trata el presente artículo acorde a los criterios técnicos, procedimientos y metodologías, que para este efecto se establezca en la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

Parágrafo 2. Durante el desarrollo de las fases del Plan de Manejo, la autoridad ambiental competente podrá conformar mesas de trabajo, como apoyo para el desarrollo de las diferentes fases del plan.

Artículo 64. De la aprobación. El Plan de Manejo Ambiental del Acuífero será aprobado, mediante resolución por la(s) autoridad(es) ambiental(es) competente(s), dentro de los dos (2) meses siguientes a la terminación de la formulación del Plan e incorporará en su Plan de Acción los programas y proyectos a ejecutar de manera gradual.

Cuando el Acuífero sea compartido, y estando por fuera de un Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, el Plan de Manejo Ambiental del acuífero deberá ser aprobado de conformidad con lo estipulado en el parágrafo 4° del artículo 18 del presente decreto.

Parágrafo. Las autoridades ambientales competentes reportarán al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, la información correspondiente al componente Aguas Subterráneas del Sistema de Información de Recurso Hídrico - SIRH, y el avance en los procesos formulación e implementación de los Planes de Manejo de Acuíferos de su jurisdicción.

PC

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”

Artículo 65. De la Financiación. La autoridad ambiental competente, las entidades territoriales y demás entidades del orden nacional, departamental o municipal, asentadas y con responsabilidades en el área del Acuífero, podrán en el marco de sus competencias, invertir en la ejecución de los proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible del Acuífero.

La elaboración y ejecución de los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos, tendrá en cuenta las fuentes de financiación previstas en el artículo 41 del presente decreto, de acuerdo a la destinación específica de cada fuente.

En desarrollo de lo dispuesto en el artículo 213 de la Ley 1450 de 2011, las inversiones y costos de los programas, proyectos y actividades definidos en el Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos así trasciendan los límites jurisdiccionales podrán ser asumidos conjuntamente por las autoridades ambientales competentes, y las entidades territoriales.

TÍTULO VI

Régimen de transición

Artículo 66. Respecto de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas. Según el estado de la ordenación de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción, la autoridad ambiental competente deberá aplicar el siguiente régimen de transición:

1. *Cuencas con Plan aprobado y/o en ejecución, según lo establecido en el Decreto 1729 de 2002.* La autoridad ambiental competente revisará y ajustará el Plan conforme a lo establecido en el presente decreto, en un plazo de cinco (5) años, contados a partir de la publicación del presente decreto. Los estudios y resultados de los planes previamente formulados serán tenidos en cuenta durante la etapa de ajuste del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca.
2. *Cuencas con Planes que actualmente se encuentren en desarrollo de las fases de diagnóstico, prospectiva o formulación, según lo establecido en el Decreto 1729 de 2002.* La autoridad ambiental competente revisará y ajustará los resultados de las fases desarrolladas, conforme a lo establecido en el presente decreto, para lo cual tendrán un plazo hasta de dos (2) años contados a partir de la publicación del presente decreto.
3. *Cuencas con Plan formulado según lo establecido en el Decreto 2857 de 1981.* La autoridad ambiental competente revisará y ajustará el Plan conforme a lo establecido en el presente decreto, en un plazo máximo de tres (3) años, contados a partir de la publicación del presente decreto.
4. *Cuencas con Plan de Ordenación y Manejo en desarrollo de las fases de diagnóstico, prospectiva, formulación, aprobados o en ejecución según lo establecido en el Decreto 1729 de 2002, cuya área de ordenación actual no corresponda a una cuenca hidrográfica susceptible de ordenación según lo dispuesto en el artículo 20 del presente decreto.* La autoridad ambiental competente deberá determinar si el área hace parte de una cuenca hidrográfica susceptible de ordenación o en su defecto requiere de Plan de Manejo Ambiental para Microcuencas de que trata el presente decreto, en este sentido, se procederá realizar los ajustes a que haya lugar en un plazo de cinco (5) años, contados a partir de la publicación del presente decreto.

"Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones"

TITULO VII**Disposiciones Finales**

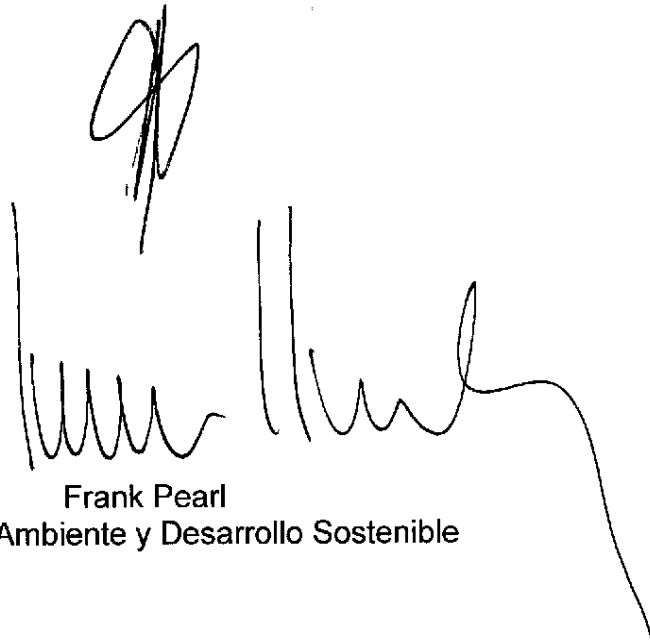
Artículo 67. De las Sanciones. El incumplimiento de lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, en los Planes de Manejo Ambiental de las Microcuencas y en los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos, acarreará para los infractores, la imposición de las medidas preventivas y/o sancionatorias a que haya lugar de conformidad a lo establecido en el artículo 5 de la Ley 1333 de 2009 o la norma que lo modifique o sustituya.

Artículo 68. De la vigencia y las derogatorias. El presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación y deroga los Decretos 1604 y 1729 de 2002, y las demás disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Bogotá D.C, a los

2 AGO 2012



Frank Pearl

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Elaboró: Omar Franco Torres.
Revisó: Luisa Fernanda Ballén Martínez.
Revisó: Santiago Martínez Ochoa



ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA II SEMESTRE

1 de enero al 31 de diciembre de 2013

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE)

Confidencialidad: Los datos que se solicitan en este formulario son estrictamente confidenciales y en ningún caso tienen fines fiscales, ni pueden utilizarse como prueba judicial. Ley 79 del 20 de octubre de 1993, la cual garantiza la reserva estadística.

Formulario _____ de _____

DSO-ENA-MET-01r1

DATOS DE CONTROL DE LA ENCUESTA										
1. Nombre de la persona que realiza la encuesta: _____				1.1. Código [][][][]		2. La visita es: [1] Primera visita o retoma de punto [2] Revisita				
3. Número de la visita Visita 1 [][] Visita 2 [][] Visita 3 [][]		4. Fecha de visita [][][][][][][][][] [][][][][][][][][] [][][][][][][][][]		Nota: Si en la pregunta 2 marcó la opción 2, Revisita, debe diligenciarse una fecha diferente al día de la primera o anterior visita.		5. Hora inicial de la visita Visita 1 [][][][] Visita 2 [][][][] Visita 3 [][][][]		Nota: Si en la pregunta 2 seleccionó la opción 2, Revisita, retome hasta donde dejó diligenciada la encuesta.		
CAPÍTULO I. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MUESTRAL										
6. Código de la región [][]			7. Nombre del departamento: _____ [][]			8. Nombre del municipio: _____ [][][]				
9. Código de la UPM [][][][]			10. Código del SM [][]			11. Número del PSM [][]				
12. ¿Existe alguna dificultad para la realización de la encuesta?			Sí [1] Continúe No [2] Pase a capítulo II			12.1. El área con dificultad corresponde a: SM completo [1] Pase a 13 PSM [2] Pase a 13				
13. ¿Cuál es el motivo?			Rechazo [1] Ausente temporal [2]			Difícil acceso [3] Orden público [4]			Inundación [5] Deslizamiento o derrumbe [6]	
						Cartografía y/o fotografía [7] Otro [8] Pase a 13.1.			13.1 ¿Cuál? _____	
13.1. ¿A pesar de la dificultad, puede levantar información?			Sí [1] Continúe No [2] Pase al capítulo II, luego al capítulo III: registre unidad de medida y área de la malla, y pase al control final de la encuesta.							
CAPÍTULO II. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN										
14. Nombre de la finca, UP o PSM: _____					15. Cuál es el nombre(s) y apellido(s) del productor: _____					
15.1. ¿Cuál es la condición jurídica del productor(a)? Persona natural sola [1] Persona natural asociada [2] Persona jurídica [3] No informa [4]					15.2. ¿Cuál es el sexo del productor? Hombre [1] Mujer [2] Pase a 15.2.1			15.2.1. ¿Es usted mujer cabeza de familia? Sí [1] No [2]		
16. Número telefónico del productor Teléfono fijo [1] Pase a 16.1 Teléfono móvil [2] Pase a 16.2					16.1. Número telefónico fijo [][][][][][][][][][] Pase a 17 16.2. Número telefónico móvil [][][][][][][][][][] Pase a 17					
17. Marque quién suministra la información Productor [1] Pase a 20 Gerente o director [2]					Administrador [3] Mayordomo [4] Empleado [5] Otro [6] Pase a 17.1.			17.1. ¿Cuál? _____		
18. Nombre(s) y apellido(s) del encuestado: _____										
19. Número telefónico de la persona encuestada Teléfono fijo [1] Pase a 19.1 Teléfono móvil [2] Pase a 19.2					19.1. Número telefónico fijo [][][][][][][][][][] Pase a 20 19.2. Número telefónico móvil [][][][][][][][][][] Pase a 20					
20. ¿La Unidad Productora se encuentra TODA dentro del segmento?			Sí [1] Pase a capítulo III No [2] Pase a 20.1			20.1. ¿Cuál es la unidad de medida de la UP? Hectárea [1] Metro cuadrado [3] Fanegada (cuadra o plaza) [2]			20.2. ¿Cuál es el área de la Unidad Productora? [][][][][], [][]	

CAPÍTULO III. MEDICIÓN DEL ÁREA CON MALLA DE PUNTOS

Hoja _____ de _____

21. Unidad de medida		Hectárea	☐ 1	Metro cuadrado	☐ 3	22. Escala de la fotografía		23. Método de medición		Cuadros	☐ 1	P. milimétrica	☐ 3	Si la opción es 4, Talonamiento, la unidad de medida seleccionada debe ser 3, Metro cuadrado. Pase a pregunta 25.	
		Fanegada (cuadra o plaza)	☐ 2			1 : _____				Puntos	☐ 2	Talonamiento	☐ 4		
24. Medición										25. Área de la malla					,
24.1. Puntos, cuadros y/o puntos milimétricos INTERNOS					24.2. Puntos, cuadros y/o puntos milimétricos LÍMITES					26. El PSM se encuentra en una pendiente de: Pendiente menor del 15 % ☐ 1 Pendiente mayor del 15 % ☐ 2					
24.1.1. Primera medición					24.2.1. Primera medición										
24.1.2. Segunda medición					24.2.2. Segunda medición										
24.1.3. Tercera medición					24.2.3. Tercera medición										
24.1.4. Promedio cuadros y/o puntos milimétricos INTERNOS ,					24.2.4. Promedio cuadros y/o puntos milimétricos LÍMITES ,										
24.3. Suma promedio total de puntos, cuadros y/o puntos milimétricos ,															

Observaciones

Sí 1 Continúa

No 2 Pase a 57

[illegible]

Canasta de estudio de cultivos transitorios: arveja, frijol, cebolla cabezona y larga, papa, tomate, zanahoria, haba, sorgo, millo, soya, maíz amarillo y blanco, cebada, trigo, yuca, tabaco, arroz manual, algodón, hortalizas de tallo (espárrago y puerro), hoja (acelga, cilantro, col, espinaca, lechuga, perejil, repollo), fruto (ahuyama, berenjena, calabaza, melón, papa sidra, patilla, pepino cohombro, pepino guiso y pimentón), flor (brócoli y coliflor), bulbo (ajo) y raíz (rábano, remolacha y nabo).

3

*Véase CANASTAS DE ESTUDIO en la pág. 3.

CAPÍTULO IV. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA* (continuación)

Hoja _____ de _____

28. Número de lote	42. Manejo para plantaciones forestales o pastos o forrajes							Se aplica solo para cultivos DE CAFÉ			Producción obtenida o a obtener				
	42.1. Orientación y destino de la producción. Plantaciones forestales			42.2. Manejo del pasto o forraje							44. Mes inicial y final de cosecha		45. ¿Cuál es el área cosechada o a cosechar?	Solo para cultivos permanentes	
	42.1.1. ¿Qué tipo de orientación tiene la plantación?	42.1.2. ¿Cuál es el destino o finalidad de la plantación en este lote?		42.2.1. Este pasto o forraje es:	42.2.2. ¿Cuál es el principal manejo de la pradera o potrero?	42.2.3. ¿Cuál es el principal uso del pasto de corte? Nota: Se diligencia si en la respuesta a la pregunta 42.2.2 la opción es 2, Corte.		42.2.4. ¿Qué tipo de pastoreo es?	43. ¿Antes de zoquear, recogió alguna producción en este año?	44.1. Realizó cosechas en los periodos de:	44.2. Mes inicial	44.3 Mes final			
		1 Protector 2 Comercial 3 Protector-comercial 4 No informa	1 Pulpa (astilla) 2 Chapas y triplex 3 Postes y pilotes 4 Leña 5 Carbón 6 Aserrío 7 Otra Pase a 42.1.2.1. 8 No informa			42.1.2.1. ¿Cuál?	1 Transitorio 2 Permanente						1 Pastoreo 2 Corte 3 Banco de proteína 4 No informa	1 Consumo fresco 2 Ensilaje 3 Henolaje 4 Compostaje 5 Harinas 6 Peletts 7 Otra Pase a 42.2.3.1. 8 No informa	42.2.3.1. ¿Cuál?
														Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,	
	No recogió cosecha														
														Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,	
	No recogió cosecha														
														Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,	
	No recogió cosecha														
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															
													Ene.-Jun. MM MM , Jul.-Dic. MM MM ,		
No recogió cosecha															

*Véase CANASTAS DE ESTUDIO en la pág. 3.

CAPÍTULO IV. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA* (conclusión)																			
Producción obtenida o a obtener (conclusión)								Comercialización											
28. Número de lote	47. ¿En qué forma va a reportar la información de la cosecha?	48. Cantidad cosechada o a cosechar	49. Unidad de medida		50. Especificación del producto (tabla)	51. Rendimiento (t/ha)	52. Calificación del rendimiento	52.1 ¿Cuál es la principal razón por la que espera obtener este rendimiento?	53. Destino de la producción		Sitio de comercialización			Precio de venta (\$)	Comprador de la producción				
			49.1. Nombre (tabla)	49.2. Equivalencia en kg					Autoconsumo	Venta	54. ¿Dónde fue, es o será el sitio de comercialización de la producción?	55. ¿Cuál es el precio (\$) de venta por unidad de medida?	56. ¿A quién vende la cosecha o producción y en qué porcentaje?						
													56.1. Acopiador rural	56.2. Cooperativa y/o super-mercados especializados	56.3. Agroindustria y/o exportadores	56.4. Acopiador mayorista (centrales de abastos)	56.5. Plazas de mercado (diferentes a centrales de abastos)		
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													
	1. Producción								%	%				\$	%	%	%	%	%
	2. Rendimiento	,		,		,													

*Véase CANASTAS DE ESTUDIO en la pág. 3.

Observaciones

CAPÍTULO IV. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA* (conclusión)

57. Frutales dispersos y/o fiques dispersos

57.1. ¿Existen frutales dispersos o fique, en el PSM?

Si1No1(Pase a capítulo V, Actividad pecuaria)

Nota: No se incluyen forestales, ni cultivos transitorios.

28. Número de lote	58. Nombre árbol permanente o frutal disperso o fique	59. Cantidad de plantas		60. Producción obtenida o a obtener		61. Destino de la producción		
		59.1. Total de árboles dispersos	59.2. Árboles en edad productiva	59.3. De los árboles en edad productiva, ¿usted recoge la producción? Nota: Si la respuesta es Sí, continúe; de lo contrario, pase al capítulo V, Actividad pecuaria.	60.1.Cantidad cosechada	60.2.Unidad de medida		
						60.2.1. Nombre de la unidad de medida de la producción	60.2.2. Equivalencia en kg	
								61.1. Porcentaje para autoconsumo (%)
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%
				1. Si2. No	,	,	%,	%

*Véase CANASTAS DE ESTUDIO en la pág. 3.

Observaciones

CAPÍTULO V. ACTIVIDAD PECUARIA

Hoja_____de_____

62. ¿Cuáles de las siguientes especies pecuarias tiene en la UP, el día de hoy?

Bovina1ContinúePorcícola1Pase a 87Otra especie pecuaria*1Pase a 97

Bufalino1Pase a 78Avícola1Pase a 91Ninguna especie1Pase a 72

*Equina, asnal, mular, ovina, caprina, cuyícola, cunícola, zocría, colmenas.

INVENTARIO DE GANADO BOVINO

63. ¿Cuántas cabezas de ganado bovino hay en la UP el día de hoy?

Total63.1. Machos63.2. Hembras

63.3. El ganado bovino se encuentra principalmente en:

Tránsito1Permanente2

Grupos de edad ganado bovino

64. ¿Del inventario bovino machos, estos en qué rango de edades se encuentran?

64.1. Menores de 12 meses64.2. Entre 12 y 23 meses64.3. Entre 24 y 36 meses64.4. Mayores de 36 meses

Métodos reproductivos

65. ¿Del inventario bovino hembras, estas en qué rango de edades se encuentran?

65.1. Menores de 12 meses65.2. Entre 12 y 17 meses65.3. Entre 18 y 23 meses65.4. Entre 24 y 36 meses65.5. Mayores de 36 meses

66. ¿Cuál es la raza y/o cruce predominante en el ganado BOVINO?

67. ¿Cuál es la orientación principal del inventario existente?

Leche1Doble propósito2Carne3

67.1. Si la principal orientación del inventario es carne, ¿qué fase desarrolla en la UP?

Cría y levante1Ceba2Ciclo completo3

ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS-GANADO BOVINO

Métodos reproductivos

68. ¿Cuál de los siguientes métodos reproductivos se utilizaron durante el presente año para preñar las hembras existentes el día de hoy en la UP?

Inseminación artificial168.1. CantidadesTransferencia de embriones168.2. Monta directa168.3. Ninguna2

Nacimientos

69. ¿Cuál ha sido la cantidad de terneros que han nacido vivos desde el 1 de enero del presente año hasta el día de hoy?

7

CAPÍTULO V. ACTIVIDAD PECUARIA

Hoja _____ de _____

ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS-GANADO BOVINO (conclusión)				GANADO BUFALINO					
Vacunación				78. ¿Cuántas cabezas de ganado BUFALINO hay en la UP el día de hoy?		Total	78.1. Machos	78.2. Hembras	
				78.3. El ganado BUFALINO se encuentra principalmente en:		Tránsito	1	Permanente	2
Programa de reproducción de pie de cría				Grupos de edad del ganado BUFALINO					
71. ¿La UP cuenta con un programa de reproducción de pie de cría? Sí 1 Pase a 71.1 No 2 Pase a 72				79. ¿Del inventario BUFALINO machos, estos en qué rango de edades se encuentran?					
71.1. ¿Cuál es la raza principal de reproducción del pie de cría? _____				79.1. Menores de 12 meses					Categoría de MACHOS
				79.2. Entre 12 y 23 meses					
				79.3. Entre 24 y 36 meses					
				79.4. Mayores de 36 meses					
72. ¿Hubo producción de leche en la UP, el día de ayer? Sí 1 Continúe No 2 Pase a 79				80. ¿Del inventario BUFALINO hembras, estas en qué rango de edades se encuentran?					Categoría de HEMBRAS
73. ¿Cuántas vacas fueron ordeñadas en la UP, el día de ayer? _____				80.1. Menores de 12 meses					
74. ¿Cuál fue la cantidad total de leche producida en la UP, el día ayer? _____				80.2. Entre 12 y 17 meses					
75. ¿En qué unidad de medida está reportando la producción de leche?				80.3. Entre 18 y 23 meses					
Balde 1 Cantina 4 Litro 7				80.4. Entre 24 y 36 meses					
Botella 2 Galón 5 Pucha 8				80.5. Mayores de 36 meses					
Caneca 3 Lata 6 Otra, ¿cuál? 9				81. ¿Cuál es la orientación principal del inventario existente?					Leche 1 Doble propósito 2 Carne 3
75.1. ¿Cuál es la equivalencia en litros de la unidad de medida reportada? _____				82. Si la principal orientación del inventario es carne, ¿qué fase desarrolla en la UP?					Cría y levante 1 Ceba 2 Ciclo completo 3
PRODUCCIÓN DE LECHE				ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS-GANADO BUFALINO					
				Métodos reproductivos					
76. Del total de leche producida, qué cantidad es destinada para ser:				83. ¿Cuáles de los siguientes métodos reproductivos se utilizaron durante el presente año para preñar las hembras existentes el día de hoy en la UP?					
76.1. Procesada 1 _____ , _____				Inseminación artificial 1 83.1. _____					
76.2. Consumida 1 _____ , _____				Transferencia de embriones 1 83.2. _____					
76.3. Vendida 1 _____ , _____				Monta directa 1 83.3. _____					
76.4. La cantidad de leche destinada para la venta fue vendida a:				Ninguno 2					
76.4.1. Industria _____ , _____									
76.4.1. Intermediario _____ , _____									
76.4.1. Otros _____ , _____									
77. ¿Cuántos días en promedio dura una vaca en su UP produciendo leche? (período de lactancia) _____				Nacimientos					
77.1. Precio del litro de leche (\$) _____				84. ¿Cuál ha sido la cantidad de terneros que han nacido vivos desde el 1 de enero del presente año, hasta el día de hoy? _____					

ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS-GANADO BUFALINO (conclusión)				ACTIVIDAD PORCÍCOLA EN LA UP			
Vacunación				Métodos reproductivos			
85. Durante el presente año, usted vacuna(ó) contra:	Fiebre aftosa	1	85.1.	Inseminación artificial		1	89.1.
	Leptospirosis	1	85.2.	Transferencia de embriones		1	89.2.
	Carbón bacteriano	1	85.3.	Monta directa		1	89.3.
	No ha vacunado para estas enfermedades	2		Ninguno		2	
					Vacunación		
Programa de reproducción de pie de cría							
86. ¿La UP cuenta con un programa de reproducción de pie de cría? Sí 1 Pase a 86.1 No 2 Pase a 87				89. ¿Cuáles de los siguientes métodos reproductivos se utilizaron durante el presente año para preñar las hembras existentes el día de hoy en la UP?			
86.1. ¿Cuál es la raza principal de reproducción del pie de cría?				90. Del inventario existente el día de la entrevista, cuántos animales están vacunados contra:			
OTRAS ESPECIES PECUARIAS EN LA UP (existentes el día de la entrevista)				ACTIVIDAD AVÍCOLA EN LA UP			
ACTIVIDAD PORCÍCOLA EN LA UP				AVES DE TRASPATIO			
87. ¿Existen machos y/o hembras en la UP, el día de hoy?				91. El día de hoy existen aves de:			
Machos 1				Traspatio 1 Pase a 92 Corral 2 Pase a 94			
Hembras 2							
87.1. ¿Cuál es la raza y/o cruce predominante del inventario porcícola?							
88. ¿Cuántas cabezas de ganado porcícola hay en la UP el día de hoy?							
Cantidad total							
88.1. Cantidad de machos				88.1.1. Machos reproductores (en servicio)			
				88.1.2. Machos reproductores (para reemplazo)			
				88.1.3. Lechones lactantes			
				88.1.4. Lechones en precebo			
				88.1.5. Cerdos en levante			
				88.1.6. Cerdos en ceba			
88.2. Cantidad de hembras				88.1.1. Cerdas de reemplazo			
				88.1.2. Cerdas en lactancia			
				88.1.3. Cerdas en gestación			
				88.1.4. Cerdas vacías			
				92. El día de hoy, ¿cuáles de las siguientes especies avícolas existen en la UP?			
				92.1. Cuántos gansos			
				92.2. Cuántos patos			
				92.3. Cuántas codornices			
				92.4. Cuántos piscos, pavos o bimbos			
				92.5. Cuántos gallos			
				92.6. Cuántos pollos			
				92.7. Cuántas gallinas			
				Nota: Si la opción es diferente a 92.7, Cuántas gallinas, pase a pregunta 94.			
				Producción de huevos de gallinas de traspatio			
				93. ¿Las gallinas de traspatio existentes el día de hoy produjeron huevos la semana anterior a la entrevista?			
				Sí 1 Continúe No 2 Pase a 94			
				93.1. ¿Cuántas gallinas de traspatio produjeron huevos la semana anterior a la entrevista?			
				93.2 ¿Cuántos huevos se recogieron la semana anterior a la de la entrevista?			
				Total			
				93.2.1. Cuántos huevos para autoconsumo			
				Cantidad de huevos			
				93.2.2. Cuántos huevos para venta			

CAPÍTULO V. ACTIVIDAD PECUARIA (conclusión)

AVES DE CORRAL

94. El día de hoy existen:

Pollos de engorde

1

Gallinas ponedoras

1

Tipo de ave

94.1. Cuántos de pollos de engorde

94.2. Cuántos de gallinas ponedoras

Pase a 95

Producción de huevos de gallinas ponedoras

95. ¿Las gallinas ponedoras existentes el día de hoy produjeron huevos la semana anterior a la entrevista?

Sí

1

No

2

95.1. ¿Cuántas gallinas de posturas produjeron huevos la semana anterior a la entrevista?

95.2. ¿Cuántos huevos se recogieron la semana anterior a la de la entrevista?

Cantidades

95.2.1. Cuántos huevos para autoconsumo

95.2.2. Cuántos huevos para venta

Vacunación de aves

96. Durante el presente año vacunó contra:

Newcastle

1

Gumboro

1

Ninguna

2

Bronquitis

1

Salmonella

1

OTRAS ESPECIES PECUARIAS

97. ¿Cuál de las otras especies pecuarias existe en la UP el día de HOY?

97.1. Total

97.1.1. Machos

97.1.2. Hembras

Equinos

1

Mular

2

Asnal

3

Caprina

4

Ovina

5

Cuyícola

6

Cunícola

7

Zoocría

8

Colmenas

9

Observaciones

CAPÍTULO VI. USO ACTUAL DEL SUELO Y APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA

Hoja _____ de _____

98. ¿Cuál es la unidad de medida en que se obtendrá la información?

Hectárea

1

Fanegada, cuadra o plaza

2

Metro cuadrado

3

SECCIÓN A. ÁREA EN ACTIVIDAD AGRÍCOLA

99. ¿Cuál es el área en cultivos transitorios?

99.1. Área

Entero

Decimal

100. ¿Cuál es el área en cultivos permanentes?

100.1. Área

Entero

Decimal

101. ¿Cuál es el área en barbecho?

101.1. Área

Entero

Decimal

102. El día de hoy, ¿existen áreas en descanso en la PSM?

Sí

1

Pase a 102.1

No

2

Pase a 103

102.1. Área

Entero

Decimal

103. ¿Cuál es el área en pastos y/o forrajes?

103.1. Área

Entero

Decimal

104. El día de hoy, ¿existen áreas en malezas y rastrojos en la PSM?

Sí

1

Pase a 104.1

No

2

Pase a 105

104.1. Área

Entero

Decimal

105. El día de hoy, ¿hay vegetación de sabana en el PSM?

Sí

1

Pase a 105.1

No

2

Pase a 106

105.1. Área

Entero

Decimal

106. El día de hoy, ¿hay vegetación xerofítica en el PSM?

Sí

1

Pase a 106.1

No

2

Pase a 107

106.1. Área

Entero

Decimal

107. El día de hoy, ¿hay vegetación de páramo en el PSM?

Sí

1

Pase a 107.1

No

2

Pase a 108

107.1. Área

Entero

Decimal

108. El día de hoy, ¿hay bosques naturales?

Sí

1

Pase a 108.1

No

2

Pase a 109

108.1. Área

Entero

Decimal

109. ¿Cuál es el área en bosques plantados?

109.1. Área

Entero

Decimal

SECCIÓN B. ÁREA EN INFRAESTRUCTURA PECUARIA

110. El día de hoy, ¿hay área dedicada a infraestructura ganadera, en el PSM?

Sí

1

Pase a 110.1

No

2

Pase a 111

110.1. Área

Entero

Decimal

110.2. Describa a qué corresponde el área en infraestructura ganadera, en el PSM:

Corrales de manejo

1

Báscula

4

Tanque frío

7

Salas de ordeño mecanizado

2

Brete

5

Otro

8

Pase a 110.2.1

110.2.1. ¿Cuál?

Sí Pase a 111.1 No Pase a 112

M.	
ero perimetral	1
tecnificadas	1
tradicionales no tecnificadas	1
	1

Pase a 111

	Entero						Decimal	
111.2. Área								

Sí Pase a 112.1 No Pase a 113

salón para selección de huevos

1

1 Pase a 112

	Entero	Decimal
112.2. Área		

	Entero	Decimal
113.1. Área		

1 Pase a 114.1 No 2 Pase a 114

ney	1
ador	1
	1

Pase a 114

114.2. Área

Entero	Decimal

Entero Decim

115.1. Area ,

16.1 No 2 Pase a 117

Aguas quietas (ciénagas, lagunas, embalses)	1	Canales de riego	1
Aguas corrientes (ríos, quebradas, arroyos)	1	Pozos de agua (para bebederos de animales [jagüey])	1
Aguas subterráneas (pozos, aljibes)	1	Otro	1

Pase a 116.1.1

116.1.1. ¿Cuál? 116.2. Área Entero Decimal

_____ ,

117. El día de hoy, ¿hay otros fines en el PSM? Sí 1 Pase a 117.1 No 2 Pase a 118

Bodegas para almacenamiento de insumos, maquinaria e implementos de uso agropecuario	1	Huertos hortícolas menores de 50 metros	1
Área dedicada al manejo de desechos orgánicos (desechos de cosechas y estiércol)	1	Huertos frutícolas menores de 200 metros o de 200 árboles	1
Carreteras, caminos de herraduras	1	Cementerios	1
Construcciones para habitar (casa, jardines)	1	Caserío	1
Área recreativas (piscina, canchas para deportes)	1	Otro	1

Pase a 117.1.1

117.1.1. ¿Cuál?

117.2. Área

Entero	Decimal

		Entero	Decimal
118. Área total uso del suelo del PSM	118.1. Área		

119. El día de hoy, ¿hay pastos o forrajes fuera del SM?	Si	1 Pase a 119.1	119.1. Área	Entero	Decimal
	No	2 Pase a 120		,	

120. El día de hoy, ¿hay área en malezas o rastrojos fuera del SM?	Sí	1 Pase a 120.1	Entero	Decimal
	No	2 Pase a 121	120.1. Área	
			,	

Observaciones

CAPÍTULO VII. RIEGO-VIVIENDA Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA UP

Hoja _____ de _____

SECCIÓN A. RIEGO				124. ¿Consulta información agropecuaria y/o forestal? Sí 1 Continúe No 2 Pase a control final			
121. ¿Cuál es la principal fuente de captación de agua con la que cuenta la Unidad Productora?				124.1. De las siguientes opciones, ¿cuál(es) utiliza, como fuente(s) de información?			
No cuenta con fuente de captación de agua 1		Aguas lluvias 6		SIPSA 1		FINAGRO 1	
Laguna-embalse 2		Pozo profundo-aguas subterráneas 7		UMATA 1		Empresas de transporte valor de fletes 1	
Río-quebrada 3		Acueducto local 8		Centrales de abastos 1		Vecinos 1	
Ciénaga 4		Distrito de riego 9		Plazas de mercado 1		Mataderos o plantas de beneficio 1	
Nacimiento 5				Gremios del sector y asociaciones de productores 1		Vendedores, proveedores y almacenes de insumos 1	
121.1. ¿Cuál es el nombre del distrito de riego? _____				Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 1		Comprador 1	
SECCIÓN B. VIVIENDA				MADR-AGRONET 1		Bolsa Nacional Agropecuaria (BNA) 1	
122. ¿Existen viviendas en la UP? Sí 1 No 2				IDEAM 1		Corporación Colombia Internacional (CCI) 1	
122.1. ¿La vivienda se encuentra dentro del SM? Sí 1 No 2				ICA-CORPOICA 1		Otra 1 Pase a 124.1.1	
122.2. ¿La vivienda se encuentra habitada? Sí 1 No 2				SENA 1		Ninguna 2	
SECCIÓN C. PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN				Banco Agrario 1			
123. ¿Programa usted la producción de su(s) predio(s)? Sí 1 Continúe No 2 Pase a 124				124.1.1. ¿Cuál? _____			
123.1. De las siguientes opciones, ¿cuál(es) considera usted relevante(s) para planear su producción?				124.2. ¿La información que le provee la fuente le permite planear su producción? Totalmente 1 Parcialmente 2 En nada 3			
Precios de mercado de la producción que quiere obtener 1		Aspectos climáticos (pronósticos, boletines de los estados de clima en la región) 1					
Precios de insumos de la producción (semilla, fertilizantes, plaguicidas, etc.) 1		Aspectos financieros (tasa de interés, condiciones de los créditos a los que se acceden) 1		Observaciones			
Precios de componentes de la producción (valor de arriendo del terreno, jornales) 1		Aspectos de asistencia técnica 1					
Asistencia técnica (fletes de transporte, precio de alquiler de maquinaria) 1		Otro 2 Pase a 123.1.1					
Costos de comercialización 1							
123.1.1. ¿Cuál? _____							

CONTROL FINAL

Visita	Fecha (dd/mm/aa)			Hora final	ESTADO FINAL DE LA ENCUESTA					
1	D D	M M	A A A A	H H : M M	1. Encuesta completa		4. Difícil acceso		7. Deslizamiento o derrumbe	
2	D D	M M	A A A A	H H : M M	2. Rechazo		5. Orden público		8. Cartografía y/o fotografía	
3	D D	M M	A A A A	H H : M M	3. Ausente temporal		6. Inundación		9. Otro. ¿Cuál? _____	

12