

**PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA
COMPENSACIÓN FORESTAL EN ZONA URBANA**

MARIO ALBERTO BERMUDEZ DIAZ

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, ENERO DE 2013**

**PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA
COMPENSACIÓN FORESTAL EN ZONA URBANA**

MARIO ALBERTO BERMÚDEZ DIAZ

**Proyecto de grado para optar al título de ESPECIALISTA EN GERENCIA
AMBIENTAL**

Director

ING. JULIO CESAR RAMÍREZ

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERIA

INSTITUO DE POSGRADOS

ESPECIALIZACION EN GERENCIA AMBIENTAL

BOGOTÁ, ENERO DE 2013

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	7
2. ANTECEDENTES.....	8
3. DESCRIPCION Y FORMULACION DEL PROBLEMA	18
3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	18
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
4. JUSTIFICACIÓN.....	21
5. OBJETIVOS.....	23
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
6. MARCOS REFERENCIALES	24
6.1 MARCO TEORICO	24
6.2 MARCO CONCEPTUAL	27
6.3 MARCO LEGAL.....	30
7. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	37
8. METODOLOGÍA UTILIZADA.....	38
8.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	38
8.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
9. DISEÑO EXPERIMENTAL	39
10. ASPECTO FINANCIERO	40
10.1 PRESUPUESTO REQUERIDO	40
10.2 PUNTO DE EQUILIBRIO.....	40
11. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
11.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS NECESARIOS PARA LLEGAR A DEFINIR EL FACTOR DE COMPENSACIÓN.	42
11.1.1 Descripción de los criterios	42

11.2 CUANTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS Y CLASIFICACIÓN DE LOS RANGOS PARA IDENTIFICAR EL FACTOR DE COMPENSACIÓN.....	47
11.3 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN.....	54
11.4 CÁLCULO DE LA FÓRMULA PARA LA COMPENSACIÓN FORESTAL EN ZONAS URBANAS	54
11.5 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	54
12. CONCLUSIONES	60
13. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA.....	63

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Calificación del sub-factor CAP (C1)	48
Cuadro 2. Calificación del Sub-factor Altura Promedio (A1)	48
Cuadro 3. Clasificación y calificación del sub-factor especies (E1)	49
Cuadro 4. Clasificación y calificación del sub-factor pendiente (T1).....	51
Cuadro 5. Clasificación y calificación de las especies según su función protectora	51
Cuadro 6. Clasificación y calificación del sub-factor función protectora (F1)	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño experimental del trabajo de investigación	39
Figura 2. Paso 1 ingreso del número de árboles	55
Figura 3. Paso 2 ingreso del CAP en cm del árbol	56
Figura 4. Paso 3 ingreso de la altura del árbol	56
Figura 5. Paso 4 Elige la especie a talar o talada	57
Figura 6. Paso 5 eliges la pendiente del terreno.....	57
Figura 7. Paso 7 eliges de nuevo la especie	58
Figura 8. Calculo del factor de compensación y su compensación.....	58
Figura 9. Alerta de la formula.....	59

INTRODUCCIÓN

Actualmente, ante el riesgo de perder la cantidad y calidad de los recursos que brindan el componente forestal, la visión de este elemento se contempla ahora como generador de servicios ambientales entre los cuales los más señalados son el favorecer los procesos que aseguren almacenamiento y agua de calidad, captura de carbono y conservación de la biodiversidad.

El recurso arbóreo como unidades de captación de carbono orgánico y agua ha ido en aumento durante los últimos años. Las razones principales de una mayor atención a estos aspectos son por un lado, la necesidad mundial de abatir los altos niveles de CO₂ atmosférico y por otro lado la preocupación sobre la agudización en el abastecimiento de agua dulce en las próximas décadas. En este sentido, la preservación de áreas forestales tendrá un impacto decisivo en los escenarios a ocurrir en los próximos años y las ciudades y los países que definan una política clara del pago por servicios ambientales tendrán más posibilidades de proteger sus recursos naturales¹.

El presente documento pretende plantear una propuesta metodológica para cuantificar la compensación forestal en zonas urbanas, proponiendo un sistema para cuantificar la Medida de Compensación Forestal por afectación directa al recurso arbóreo. Para establecer una medida de compensación puede tener muchas variables con varios puntos de vista y parámetros que nunca tal vez serían suficientes contemplarlos, pues es un tema muy amplio y en el que cada técnico puede tener también sus propios criterios. En el presente documento se plantearan algunos criterios, que parten de un enfoque propio y cuya filosofía en particular es la protección del recurso suelo en función de la vegetación que ella presenta.

No obstante a lo anterior y con el propósito de definir criterios técnicos para que se puedan establecer las medidas de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del recurso flora, se realizará una descripción teórica y técnica tenidos en cuenta para optimizar la compensación de tipo forestal que se exigirá al propietario de un proyecto que cause alteración o intervención directa, a cualquier cobertura vegetal en zonas urbanas. Esta compensación se podrá exigir acorde con la magnitud del impacto ocasionado sobre el recurso Arbóreo.

¹ FAO 2004. Sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Land and Water Discussion Paper 3. Roma: FAO.

2. ANTECEDENTES

Los distintos fenómenos y procesos que inciden en el cambio climático global han permitido resaltar la importancia de los bosques y de las zonas arboladas que no llegan a conformar bosques, a las que FAO define como Árboles Fuera del Bosque (AFB), concepto que agrupa a todos los “árboles que se cultivan fuera del bosque y no pertenecen a la categoría de bosques, terrenos forestales, u otra tierra boscosa”, abarcando a aquellos árboles que crecen en las zonas urbanas, los que por su origen, localización o funciones ecosistémicas que cumplen se clasifican en las categorías de árboles urbanos y Bosques Urbanos.

La multifuncionalidad que cumple el arbolado en las ciudades no va a la par de los contenidos que han sido incorporados en las respectivas políticas forestales de los países. Los países que han incorporado aspectos de silvicultura urbana en su legislación forestal son: Argentina, Colombia, Perú, Ecuador, Chile (proyecto en el parlamento), Uruguay, Brasil, Venezuela, El Salvador, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico y México, esta legislación forestal vigente ha sido aprobada mayoritariamente entre los años 1998 y 2005, destacando que aquellas normativas contienen también definiciones respecto de descentralización, vinculando fuertemente las responsabilidades de las instituciones forestales con el accionar municipal.

A continuación se hace una descripción del componente legislativo en algunas ciudades de países latinoamericanos y europeos, así mismo se describen algunas metodologías de restitución o compensación por afectación del recurso flora.

En Chile² donde a pesar de todo lo avanzado en el ámbito de la arboricultura o silvicultura urbana, con más de 30 años de experiencia, aún tienen dificultades para definir políticas forestales que permitan dar estabilidad a tan importante y sensible materia forestal. La gestión de la vegetación arbórea en la Región Metropolitana de Santiago de Chile, ha tenido numerosos esfuerzos en las últimas décadas para lograr el desarrollo de enfoques, esquemas y métodos que permitieran la formación de políticas forestales sustentables.

Los distintos organismos presentaron la Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en zonas urbanas de las comunas del Gran Santiago. El Plan Santiago Verde elaborado con un enfoque regional integra armónicamente la gestión del arbolado en bosques o árboles fuera del bosque existente en zonas rurales y urbanas.

² Santiago JM Del Pozo Donoso. Arboricultura Urbana. Universidad de Chile. [Citado 02 de Septiembre de 2011]. Disponible en la World Wide Web: http://arboriculturaurbana.blogspot.com/2011_09_01_archive.html

En este contexto las compensaciones abordaron diferentes situaciones:

- a. Las compensaciones originadas en la corta de bosque nativo para permitir la instalación de proyectos industriales o inmobiliarios.
- b. Las compensaciones forestales en áreas urbanas.
- c. El establecimiento de compensaciones en terrenos forestales al interior de la ciudad.
- d. El Establecimiento de compensaciones forestales por emisión de contaminantes.
- e. La falta de árboles en la ciudad y el hecho de que no se dejan espacios para que en los desarrollos inmobiliarios se puedan establecer nuevas especies.

Se identificaron los instrumentos consignados en la legislación forestal bajo análisis necesarios para la generación de acciones concretas en el ámbito de la silvicultura urbana, son la producción de arboles urbanos según interés público, la reforestación obligatoria de franjas a lo largo de autopistas y carreteras, la declaración de libre corte a arboles de interés, el incentivo al establecimiento de plantaciones forestales con fines ornamentales, todos estos son el esfuerzo que realizan los países para incorporar la silvicultura o arboricultura urbana en la gestión del arbolado urbano.

En Argentina³ explícitamente en la ciudad de Buenos Aires se implemento la Ley 3.263 del Arbolado Público Urbano, sancionada el 26 de Noviembre de 2009, en donde establece en su capítulo III artículo noveno las Prohibiciones para efectos de proteger y preservar el arbolado público de la ciudad “...*Podar, extraer, talar o plantar árboles, a excepción de los trabajos instruidos o autorizados por la Autoridad de Aplicación*”.

En su artículo quince, menciona con respecto a la tala o extracciones, la Autoridad de Aplicación podrá efectuar estas tareas cuando “.....*El árbol esté seco; Por su estado sanitario, fisiológico o por sus condiciones físicas no sea posible su recuperación; cuando de ser técnicamente imposible practicar el trasplante; Para garantizar la seguridad de las personas y/o bienes; Cuando impidan u obstaculicen el trazado o realización de obras públicas; Por el trazado o mantenimiento de un servicio público; Cuando se encuentre fuera de la línea de plantación respecto al resto de los árboles de la vereda, constituyendo un obstáculo; Cuando por su localización resulte imposible ubicar las entradas de vehículos necesarias para cumplir con los requerimientos de estacionamiento y carga y descarga dispuestos por el Código de Planeamiento Urbano-CPU- para el uso correspondiente*”

³ Ley N° 3.263 del 26 de noviembre de 2009. Buenos Aires.

En su artículo dieciséis menciona sobre el Fondo de Compensación Ambiental, indicando que en los casos que el árbol impida u obstaculicen el trazado o realización de obras públicas; Por el trazado o mantenimiento de un servicio público y cuando por su localización resulte imposible ubicar las entradas de vehículos necesarias para cumplir con los requerimientos de estacionamiento y carga y descarga dispuestos por el CPU para el uso correspondiente, *“.....los requirientes deberán abonar un monto por cada ejemplar a ser extraído, que será integrado al Fondo de Compensación Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires. El importe será calculado según la norma de valoración económico-ambiental adoptada por la Autoridad de Aplicación, la que deberá considerar edad, calidad, tamaño, emplazamiento e importancia en el paisaje de la o las especies afectadas.”*

Esta compensación exceptúa a los propietarios de inmuebles de uso residencial exclusivo que, por exigencias en cuanto a estacionamiento del CPU, soliciten la extracción por refacción o remodelación de la propiedad, y que demuestren seguir habitando en el inmueble luego de transcurrido un año desde la extracción del ejemplar.

En su artículo dieciocho señala que las empresas públicas o privadas prestatarias de servicios, que realicen trabajos de instalación y/o tendido de redes de servicio, deberán *“.....adoptar las medidas que sean necesarias y/o emplear sistemas adecuados que garanticen la protección del arbolado público urbano.”* Y en donde se llegue a involucrar *“.....ejemplares arbóreos, los interesados deberán presentar un proyecto ante la Autoridad de Aplicación con la suficiente antelación a los efectos de su evaluación técnica y eventual aprobación. La reglamentación establecerá los requisitos que debe cumplir dicha presentación.”*

En su artículo diecinueve establecieron el principio de reserva que establece, todo *“....proyecto de construcción, reforma edilicia o actividad urbana en general, deberá respetar el arbolado público existente o el lugar reservado para futuras plantaciones. El Poder Ejecutivo no aprobará plano alguno de edificación, refacción o modificaciones de edificios cuyos accesos vehiculares o cocheras sean proyectados frente a árboles existentes.”*

Finalmente en su capítulo VI denominado infracciones, menciona en su artículo veintiséis la *“.....destrucción del arbolado público urbano el que puede, elimine, erradique y/o destruya árboles o especies vegetales plantados en la vía pública o en espacios verdes públicos, o librados a la confianza pública, es sancionado/a con multa de 100 a 10.000 unidades fijadas; El que encomiende podar, erradicar y/o destruir árboles o especies vegetales plantadas en la vía pública o en espacios verdes públicos, o librados a la confianza pública, es sancionado con multa de 200 a 20.000 unidades fijadas; Cuando la falta sea cometida por una empresa que realice actividades lucrativas u obras de construcción, es sancionado/a con multa de 1.000 a 50.000 unidades fijadas. La sanción será procedente sin perjuicio de las*

responsabilidades penales que les pudiera corresponder; Cuando la falta se cometa en perjuicio de un área protegida, reserva ecológica, zona declarada bajo alarma o emergencia ambiental los montos mínimos y máximos de la sanción prevista, en todos los casos, se elevan al doble. En los casos de eliminación, erradicación o destrucción total de árboles, para la determinación del monto de la sanción deberá tenerse en cuenta el valor ambiental que dichos ejemplares proporcionaban al ambiente de la Ciudad.”

En Ecuador⁴, especialmente en Quito se expidió el 25 de Septiembre de 2013, la Ordenanza Metropolitana No. 0282, la cual regula el uso, rehabilitación y mantenimiento de las aceras, mantenimiento de las fachadas y cerramientos; y, preservación del arbolado público urbano en el distrito metropolitano de Quito. En su capítulo quinto, que hace mención de la preservación del arbolado público urbano, el artículo veintidós prohíbe para efectos de una adecuada protección de los ejemplares del arbolado público, “...*talar o destruir ejemplares sin autorización del órgano metropolitano competente, disminuir y/o eliminar el espacio libre asignado a la vegetación en la superficie impermeabilizada; o, alterar o destruir cualquier elemento protector de los árboles.*”

Establece en su artículo veintitrés en lo correspondiente a la tala el municipio a través del órgano competente, podrá realizar la tala de uno o varios ejemplares, previo informe de conformidad de la Secretaría de Ambiente, “.....*cuando por su estado sanitario o fisiológico no sea posible su recuperación, cuando impidan u obstaculicen el trazado o realización de obras públicas y la tala sea inevitable, cuando sea necesario garantizar la seguridad de las personas, bienes, la prestación de un servicio público, la salud de la comunidad o la recuperación del arbolado público, la tala será excepcional y siempre se considerará la reubicación del ejemplar antes de iniciar cualquier proceso de eliminación.*”

En el componente de los programas de forestación y reforestación, reposiciones y sustituciones articulo veintinueve, programan los proyectos de plantación, reposición y sustitución de árboles conforme a las determinaciones del Manual de Arborización y a lo establecido en el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial para consolidar la Red Verde Urbana. Para ello, el órgano competente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito presenta ante el Concejo Metropolitano un Plan Anual de Intervenciones, acompañado de un informe de evaluación de los proyectos implementados, para su respectiva aprobación.

Para restituir implementan que “...*Todo árbol eliminado o trasplantado en la ciudad deberá ser sustituido por otro, de no ser posible la plantación en el mismo lugar, deberá plantarse el nuevo ejemplar en sus inmediaciones, señaladas por la normativa metropolitana vigente.*”

⁴ Concejo Metropolitano de Quito. Ordenanza Metropolitana No. 0282. Informe No. IC-O-2013-249 de 10 de septiembre de 2013, expedido por la Comisión de Propiedad y Espacio Público.

En el artículo treinta y dos establecen los tipos de infracción y su sanción, en concordancia con las obligaciones, prohibiciones y responsabilidades señaladas se establecen tres tipos de infracciones, las leves, graves y muy graves, con las sanciones especificadas. Las infracciones leves los sancionan con una multa equivalente al treinta por ciento (30%) de un salario básico unificado quien incumpla “....*No reparen los daños provocados accidentalmente, o por accidente de tránsito sin infracción de la ley, a un espécimen del arbolado público, ubiquen cualquier tipo de elemento extraño en el tronco o ramas del árbol, pinten los árboles con cualquier material o sustancia.*”

Las infracciones graves son sancionadas con una multa equivalente a dos (2) salarios básicos unificados, quienes “....*talen o destruyen ejemplares del arbolado sin autorización del órgano competente, Talen un ejemplar arbóreo sin el respectivo permiso, para la ejecución de un proyecto de construcción, ejecuten obras en aceras, fachadas, cerramientos o mantenimiento del arbolado público sin sujetarse a las reglas técnicas aplicables.*”

Las infracciones muy graves son sancionadas con una multa equivalente a cuatro (4) salarios básicos unificados, quienes “.....*afecten, eliminen y/o destruyan por accidente de tránsito con infracción de la ley, un ejemplar del arbolado público urbano y/o arbolado incluido en el inventario patrimonial.*”

En el Salvador⁵, explícitamente en la capital de San Salvador, expidieron la Ordenanza para la Protección del Patrimonio Arbóreo del municipio, el 5 de Octubre de 2010, en donde establecieron en el capítulo cuarto, artículo quince, los criterios para talar árboles y arbustos, los cuales deberán tener previo permiso municipal, con base a criterios “....*cuando el árbol padezca una enfermedad fatal que pueda afectar a otros ejemplares arbóreos, cuando sus raíces o follaje ocasionen daño en los servicios públicos o privados de determinada infraestructura urbana, instalaciones aéreas y del subsuelo o lugar habitado, cuando se trate de proyectos urbanos o viales de carácter municipal o nacional, que cumplan con todos los requisitos técnicos y legales establecidos en esta Ordenanza, cuando se trate de proyectos enmarcados en un Microplán de Ordenamiento Territorial, deberá especificarse el tratamiento y/o compensación, que no podrá ser menor a lo señalado en esta ordenanza, so pena de imponerse la multa respectiva, por cada ejemplar arbóreo, en el caso sea ejecutado por particulares, cuando los ejemplares a talar no se encuentren entre las especies amenazadas o en peligro de extinción, de acuerdo a los criterios establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales*”, entre otros.

⁵ Centro de Documentación Legal Municipal. Alcaldía Municipal de San Salvador. Ordenanza para la protección del patrimonio arbóreo del municipio de San Salvador. Octubre de 2010. publicado en el Diario Oficial N° 107, Tomo 391, del 09 de junio del 2011. P 19.

En el artículo diecisiete, prohíben la tala de especies arbóreas para proyectos urbanísticos, en espacio público o privado, los casos más relevantes son “...cuando no se presente el Plan de Mitigación, Cuando de conformidad al diseño del proyecto a realizarse no sea necesario talar los árboles solicitados, cuando los árboles estén en un inmueble ubicado en Zona de Máxima Protección o Desarrollo Restringido, de conformidad a lo establecido en la Ordenanza de Zonas de Protección y Conservación de los Recursos Naturales del Municipio de San Salvador.”

En el artículo veinte hace mención que toda persona natural o jurídica que tale un ejemplar arbóreo, con el permiso correspondiente, dentro del municipio de San Salvador, está obligada a una compensación para resarcir el impacto ambiental adverso ocasionado por la pérdida del árbol. La compensación por ejemplares arbóreos talados es obligatoria y opera también la compensación cuando se provoque daño, intencional o no, a un ejemplar arbóreo, sin perjuicio de la sanción que corresponda por tal acción; o cuando el daño ocasionado sea el resultado de una poda, autorizada o no por la autoridad competente.

Todo proyecto urbanístico o constructivo, deberá presentar detalladamente los árboles que se pretenden talar, trasplantar y conservar, deberán numerarse e identificarse taxonómicamente, montado sobre un plano constructivo, cuya verificación estará a cargo de la oficina de Coordinación de Parques y Plazas de cada Delegación Distrital.

En lo correspondiente a la compensación, en el artículo veintiuno se establecen los tipos de compensación por la tala de cualquier especie, o debido a la muerte del ejemplar en razón del daño causado como consecuencia de la magnitud de la poda, si la tala fue autorizada, compensan “...con el doble de los ejemplares efectivamente talados, los cuales deberán ser de la misma especie u otra adecuada.” y en el permiso correspondiente se señala “...el espacio público en el cual serán plantados, o de lo contrario, deberán ser consignados al Vivero Municipal.”

La compensación por tala autorizada en cuencas o riberas de los ríos y quebradas del municipio es diferente y está reflejada en “...veinte ejemplares por especie talada.” En proyectos que puedan generar impactos ambientales adversos significativos, “...la compensación será motivo de un análisis especial por el Comité Técnico de Protección Arbórea, validadas por el Concejo Municipal.”

Cuando la tala no es autorizada, la compensación independientemente de la multa impuesta, que es “...el cuádruple de los ejemplares talados, los cuales deberán ser de la misma especie u otra adecuada. En la Resolución correspondiente deberá señalarse el espacio público en el cual deberán ser plantados, o de lo contrario deberán ser consignados al Vivero Municipal.”

Cuando se realiza un daño a un ejemplar arbóreo, con o sin permiso para podar, *“...la compensación será en relación de tres por cada ejemplar dañado, de la misma especie u otra adecuada.”* Y para proyectos urbanísticos, la compensación la establecieron en el *“...cuádruple de los ejemplares talados o dañados.”*

Por otra parte para evitar su tala, se permite la reubicación o trasplante de los ejemplares hacia los espacios o lugares que señale la oficina de Coordinación de Parques y Plazas de cada Delegación Distrital, de preferencia dentro de la misma área y de acuerdo a un plan de monitoreo que acredite las normas técnicas aceptables que garanticen la sobrevivencia de la especie trasplantada. No obstante, los ejemplares de compensación los plantan en terrenos municipales donde sea factible y no en terrenos privados, salvo que sea en el mismo inmueble del proyecto.

En el artículo treinta y dos establecieron las sanciones por agresión cuando se comete agresión a un ejemplar arbóreo, cuando la acción es intencional y causa un daño efectivo, directa o indirectamente, los sancionan de acuerdo con el tipo de agresiones, tales como realizar una *“.....agresión mecánica con el uso de objetos orgánicos o inorgánicos para fijar, sostener, apuntalar o apoyar elementos ajenos a la planta o ejemplar arbóreo, como publicidad o cableado de cualquier tipo, cuando se realiza una agresión química con el uso de productos químicos para dañar cualquier parte de la planta, inclusive el uso de aquellos químicos botánicos cuyo uso desmesurado provoque el daño, cuando la agresión peligrosa con el uso de fuego o electricidad en el espécimen de que se trate.”* Estas infracciones las sancionan con multa de uno a tres salarios mínimos urbanos mensuales, por cada espécimen agredido, dependiendo de la gravedad de la infracción y de la capacidad económica del infractor.

En España⁶, explícitamente en la ciudad de Madrid se implemento la ley 8 del 26 de diciembre de 2005, la cual protege y fomenta el Arbolado Urbano, estas medidas protectoras las aplicaron a todos los ejemplares de cualquier especie arbórea con más de diez años de antigüedad o veinte centímetros de diámetro de tronco al nivel del suelo que se ubiquen en suelo urbano.

En el título II, el cual menciona el régimen de protección, conservación y fomento, contiene en su Capítulo I la protección, el artículo dos prohíbe la tala de *“...todos los árboles protegidos por esta Ley, cuando este arbolado se vea necesariamente afectado por obras de reparación o reforma de cualquier clase, o por la construcción de infraestructuras, se procederá a su trasplante. Si por razones técnicas dicho trasplante no es posible, podrá autorizarse la tala del ejemplar afectado mediante decreto del Alcalde singularizado para cada ejemplar, previo expediente en el que se acredite la inviabilidad de cualquier otra alternativa. En*

⁶ Ley 8 del 26 de diciembre 2005. Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid. Noticias judiciales. Disponible en la Web <http://tienda.juridicas.com/>

aquellos casos en los que la tala sea la única alternativa viable se exigirá, en la forma en que se establezca, la plantación de un ejemplar adulto de la misma especie por cada año de edad del árbol eliminado. El autor de la tala deberá acreditar ante el órgano competente, por cualquiera de los medios aceptados en derecho el número, la especie, la fecha y el lugar en que se haya llevado a cabo la plantación de conformidad con la autorización de la tala, informando, durante el año siguiente a la plantación del nuevo árbol, sobre su estado y evolución. A los efectos de la presente Ley tendrán la consideración de tala el arranque o abatimiento de árboles.”

Dentro del régimen sancionatorio establecido en esta ley, las infracciones representadas en el artículo once, clasifica las infracciones en “.....*muy graves, la tala, derribo o eliminación de los árboles urbanos protegidos por esta ley sin la autorización preceptiva o incumpliendo las condiciones esenciales establecidas en la misma, salvo por razones motivadas de seguridad para personas o bienes. Las infracciones graves como la realización de cualquier actividad en la vía pública que de modo directo o indirecto cause daños al arbolado urbano, en ausencia de medidas tendentes a evitarlas o minimizarlas o siendo éstas manifiestamente insuficientes, en el caso del incumplimiento parcial o la falta de la diligencia precisa para llevar a cabo las medidas restauradoras establecidas. En caso de las talas, derribos o eliminaciones que contando con la autorización preceptiva, se llevaran a cabo incumpliendo parcialmente su contenido.”*

En el capítulo II, estipula las sanciones, dentro del artículo doce las multas y en donde de acuerdo a las infracciones serán sancionadas con las siguientes multas “.....*muy graves, multa de 100.001 a 500.000 euros, graves multas de 10.001 a 100.000 euros, leves multas de 300 a 10.000 euros. En aplicación del principio de proporcionalidad se tendrán en cuenta, para graduar la cuantía de la sanción, los siguientes criterios, el número, edad y especie de los ejemplares afectados por la infracción, el retraso en el cumplimiento de la obligación de reparar, la existencia de intencionalidad o reiteración, la naturaleza de los perjuicios causados y, en concreto, que el daño haya afectado a árboles de singular rareza o valor, la reincidencia en el incumplimiento de las obligaciones de reparación de los daños al medio ambiente.”*

En algunas ciudades Europeas⁷, los espacios verdes varían considerablemente de acuerdo con el tamaño, tipo y distribución de la estructura urbana. La superficie ocupada por zonas verdes va desde el 2 por ciento del total de la superficie de la ciudad en Bratislava y Génova hasta el 68 por ciento en Oslo y Gotemburgo. Estas dos últimas ciudades tienen también la máxima proporción de superficie verde por habitante, aproximadamente 650 m², mientras que Génova (2.3 m²) y Atenas (4,5 m²) tienen la mínima proporción.

⁷ Carlos Javier Velásquez Muñoz. La Protección del Medio Ambiente Urbano en la Unión Europea. Revista de Derecho. Nº 24, Barranquilla, 2005. ISSN: 0121-8697

El problema radica en que en la actualidad los diferentes espacios verdes presentes en la ciudad europea se encuentran amenazados por el crecimiento de las zonas urbanizadas y la contaminación. Cada día descienden aún más los niveles de zonas verdes, a pesar de las advertencias y las recomendaciones realizadas por múltiples organizaciones y hasta el momento no se han tomado medidas al respecto.

En nuestro país el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible-MADVS implemento el “Manual de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad”⁸ dirigida para mega proyectos sectoriales en el país. Allí establecen las medidas de compensación de acuerdo a los ecosistemas afectados y teniendo en cuenta su fragilidad y lo vulnerables que sea.

En proyectos pequeños en zonas urbanas⁹ en donde se considere la utilización del recurso y en donde se piense la importancia de tener en cuenta la silvicultura urbana como materia que contribuye principalmente al mejoramiento de la calidad ambiental del entorno urbano y por lo tanto de sus habitantes; y en donde el arbolado se valora por sus beneficios económicos y ambientales que deben ser transmitidos a la comunidad y también por algunas cualidades intangibles, tales como el simbolismo personal, cultural y social; la compensación no se ha tenido en cuenta, ni ha sido necesaria para que se haya implementado una metodología de valoración de cuanto compensar por este recurso arbóreo.

En la ciudad de Bogotá, dentro del espacio privado el responsable de realizar los tratamientos silviculturales como la tala, aprovechamiento, trasplante o reubicación del arbolado urbano en predio de propiedad privada, es el propietario o representante legal del predio una vez obtenidos los permisos requeridos. Cuando se trate de ejecutar proyectos urbanísticos en propiedad privada, el interesado deberá presentar el inventario forestal y la ficha técnica a consideración de la Secretaria Distrital de Ambiente-SDA. Como parte del proceso de mantenimiento y renovación de la cobertura arbórea existente, cuando se autoriza una tala el beneficiario del permiso debe realizar una compensación por los servicios ambientales que prestaba el árbol a la ciudad esta es expresada en equivalencias de Individuos Vegetales Plantados –IVP-, la cual es direccionada según lo señalado por el concepto técnico.

⁸ Manual Para La Asignación De Compensaciones Por Pérdida De Biodiversidad. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección De Bosques, Biodiversidad Y Servicios Ecosistémicos. República de Colombia. 2013.

⁹ Jardín Botánico José Celestino Mutis. 2008. Manual de silvicultura urbana para Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá: Subdirección Técnica Operativa: Programa de Arborización. Bogotá D.C.

Esta compensación se puede hacer en estratos del 1 a 3 a través de la siembra y el mantenimiento según lo señale el concepto técnico, y los lineamientos del MANUAL DE ARBORIZACIÓN DE LA CIUDAD, pero esta herramienta define las especies indicadas para cada zona, mas no indica ni define cuantos individuos según la tala realizada debe compensar el propietario, lo que deja un vacío de la importancia real de la compensación, lo que si condiciona, es que esta siembra se podrá realizar siempre y cuando en el mismo predio donde se hace la tala se puedan sembrar nuevos individuos, en caso contrario y para los estratos 4, 5 y 6 la compensación se hará exclusivamente a través del pago de los IVP que es la equivalencia del valor de producción, siembra y mantenimiento de un árbol por tres (3) años, cuyo valor más alto por árbol talado es \$ 958.220 pesos mcte; valores para el año 2013; estos recursos entran a la Secretaria Distrital de Hacienda y alimentan el Fondo Cuenta de Gestión Ambiental cuyo destino es la inversión en el arbolado urbano.

Hay que tener en cuenta que este pago no considera variables como la protección al suelo, pendiente y a la misma cobertura vegetal en que se hallaba, el espacio arborizable donde estaba ubicada (parque, cerros, etc.) y especialmente es muy complejo valorar a cuantos individuos vegetales plantados puede llegar a representar un individuo de alturas y diámetros considerables, dado que algunos árboles de variados ecosistema pueden tener crecimientos de 2 a 4 cm en diámetro por año, actualmente estas variables pueden llegar a ser valoradas y distintas por los técnicos de campo y podrían diferir conceptualmente de evaluador a evaluador.

3. DESCRIPCION Y FORMULACION DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Según el último censo urbano realizado indica que Bogotá cuenta con aproximadamente 1.114.765 árboles en su espacio público, 36,3 unidades por hectárea y 1 árbol por cada seis habitantes. Además, el 54 por ciento de los árboles están en buen estado y el 46 por ciento restante presenta síntomas de afectación física o sanitaria; de ellos un 15 por ciento presenta condiciones malas y críticas.

Y si nos comparamos con otras ciudades, estamos muy por debajo de Madrid, Santiago o Washington", la cifra de 1 árbol por cada tres habitantes, es lo que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) para tener un aire de mejor calidad en las grandes ciudades. Bogotá es aparentemente una ciudad verde, pero el déficit de árboles se hace evidente cuando se miran los datos de otras ciudades. En Curitiba (Brasil), la proporción es de 52 árboles por cada habitante; en Madrid hay 14; en París 11,5 y en Santiago de Chile, 10. Incluso en Ciudad de México, considerada una de las ciudades más contaminadas del mundo, el índice es superior: 3,5 árboles por persona.

En Bogotá, el mayor déficit se registra en las localidades de Ciudad Bolívar, Bosa y Mártires, donde el índice es de 0,1 árboles por cada tres habitantes. En las más pobladas, como Kennedy, Suba y Engativá, el promedio está entre 0,3 y 0,6. Solo las localidades de Teusaquillo y Santafé se cumplen con el estándar internacional. De hecho, Bogotá tampoco alcanza la otra relación que señala la Organización Mundial de la Salud de tener por lo menos nueve metros cuadrados de zonas verdes por habitante. La ciudad sólo tiene 1,3 metros cuadrados para cada bogotano.

En tal sentido la planificación del arbolado urbano en términos de calidad de vida, salud, ambiente, patrimonio cultural y embellecimiento, entre otros aspectos, debe fundamentarse en su conformación, conectividad y fortalecimiento. Los arboles ubicados en la ciudad hacen parte integral de la estructura ecológica principal y actúan como articuladores de la misma, teniendo en cuenta esto, su planificación y gestión debe ser precisa, cuidadosa y basada en información con elevados estándares de calidad. Se debe cambiar la concepción de que el concepto medio ambiente hace referencia exclusivamente a la naturaleza; medio ambiente es también la ciudad. La conectividad que se genera entre los ecosistemas rurales y urbanos se relaciona entre sí como ecosistemas de soporte, la estructura

ecológica principal propicia una sinergia que potencializa los servicios que genera la naturaleza a los habitantes.¹⁰

El Decreto Distrital 984 de 1998 reglamentó en su momento lo dispuesto en el decreto Nacional 1791 de 1996 en lo relativo al aprovechamiento de árboles asilados. En dicha ley se contempló la norma técnica, se determinó la actividad de compensación por tala de árboles, se hizo alusión a la participación comunitaria y se establecieron competencias a las entidades del Distrito cuyas actividades incluyeran acciones relacionadas con los árboles.

Sin embargo, esto último dio origen a la atomización institucional en el manejo de los árboles en Bogotá, creándose con ello libertades excesivas para la ejecución de talas sin soportes técnicos adecuados y dificultades para efectuar un apropiado control y seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental a las prácticas silviculturales realizadas. Esto se constituyó en la razón principal para la expedición del Decreto 068 de marzo de 2003 que buscó reducir el número de entidades con estas competencias y encargó de su manejo al Jardín Botánico de Bogotá. Actualmente en este campo legislativo está rigiendo el Decreto 531 de 2010 en el cual se reglamenta la silvicultura urbana, las zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema.

Por otra parte, la Subdirección de Silvicultura de Flora y Fauna Silvestre de la SDA, tiene como misión velar por el adecuado manejo de los árboles arbustos, palmas y helechos arborescentes del distrito de Bogotá. La ciudad contó en principio con el Decreto Distrital 472/2003, derogado por el Decreto Distrital 531 de 2010 en el cual se especifican todas las actividades correspondientes al manejo del arbolado urbano, los actores institucionales involucrados en su manejo, las actividades prohibidas debido al daño, muerte o peligro de caída que pueden generar en los individuos arbóreos y las compensaciones que deben realizar los beneficiarios del permiso con el fin de mantener y mejorar la cobertura arbórea actual y hacer sostenible la silvicultura urbana.

Actualmente la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) es la responsable de realizar la evaluación técnica para el otorgamiento de permisos y autorizaciones, así como de efectuar el control y seguimiento de los actos administrativos que constituyan permisos y autorizaciones en materia silvicultural en el área de su jurisdicción, la SDA es la entidad en cargada de planificar la silvicultura urbana, y el Jardín Botánico José Celestino Mutis es el encargado de la planificación de la plantación, el establecimiento y el mantenimiento del arbolado joven y la jardinería

¹⁰ Arbolado Urbano de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá, D.C; Secretaría Distrital de Ambiente, SDA. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. ISBN No. 978-958-9387-60-3. Primera edición. Agosto de 2010

en Bogotá D.C, para lo cual cuenta con el apoyo y la concertación de las entidades que cumplan funciones o administren el área a intervenir.

En la actualidad, Las actividades del manejo silvicultural de podas son coordinadas por la UAESP; CODENSA se encarga del manejo silvicultural de podas que interfieren con líneas de energía; la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, realiza el manejo del arbolado en zonas de rondas de ríos y canales y en los humedales lo hace conjuntamente con la Autoridad Ambiental; en ambos casos, y de acuerdo con los lineamientos técnicos expedidos por la SDA, el Departamento Administrativo de la Defensoría Espacio Público, DADEP, se encarga de la definición o eliminación de cercas vivas o setos dentro de los procesos de restitución del espacio público. El Instituto de Desarrollo Urbano, IDU, y el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, IDRD, entre otras instituciones y el sector privado manejan el arbolado urbano en obras de infraestructura, de acuerdo con los parámetros emitidos por la SDA.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

No existe una formulación de los parámetros a tener en cuenta cuando se propone una compensación, la cuantificación de esta medida de indemnización forestal en zonas urbanas resulta insuficiente, por cuanto no se logra un debido balance en relación de cuanto equivale en términos de individuos o valor económico destinado a devolver por un árbol talado.

Se requiere entonces de adaptar una metodología que permita la integración de las variables ambientales y factores asociados al entorno más representativos, para calcular la mejor compensación por individuo talado en esta área urbana.

4. JUSTIFICACIÓN

La propuesta metodológica pretende soportar técnicamente el cálculo de la compensación forestal, buscando brindar una herramienta al técnico evaluador del impacto, orientando el nivel de criterio hacia el sentido de preservación de los recursos naturales, obteniendo la compensación más apropiada por el uso de una especie de alto valor ecológico o protector, por el tipo de cobertura afectada, por el tipo de suelo afectado, por el ecosistema en el cual se ubique el proyecto o la actividad ejecutada o finalmente por evitar la pérdida de la especie.

Esta metodología busca favorecer en términos ambientales a la misma comunidad, viendo reflejado en la compensación física de los individuos, o proponer los mecanismos a través del PSA que la cobertura arbórea está generando en términos de calidad de vida, bienestar social, embellecimiento paisajístico, en términos económicos si en dado caso la compensación fuera de ámbito monetario este instrumento favorecería en términos de conservación al Fondo de Financiación del Plan de Gestión Ambiental el cual a través del Jardín Botánico Alexander Von Humboldt promueve las actividades de arborización para la ciudad de Bogotá.

Sí la compensación por servicios ambientales que brindo el árbol o la cobertura debe asumir una forma monetaria, porque no hay sitios dentro de la ciudad en donde realizar la compensación física, entonces es crucial determinar objetivamente los beneficios ambientales proveídos que brindo el árbol al ambiente. Por un lado, la compensación debe cubrir al menos los costos de poder establecer y mantener un individuo por tres años, y por el otro, debe ser tan alto, que represente el beneficio percibido por el consumidor¹¹.

En la práctica, el establecimiento de un monto de pago o compensación obedece a otras consideraciones. La negociación y la búsqueda de consensos entre todos los actores interesados e involucrados y la voluntad política que respalda el proceso, son algunos de los aspectos que en definitiva moldean la determinación de dicho monto en la práctica y en el uso mismo de compensaciones monetarias.

La motivación de este documento es fortalecer a un mas el arbolado urbano para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Esta metodología brindará una integración de variables, criterios y parámetros técnicos, clasificados y definidos para que se puedan establecer medidas de compensación de tipo forestal más ajustadas, exigiendo al propietario de un proyecto urbano una mayor o menor compensación de acuerdo al nivel del impacto que este causando a cualquier individuo.

¹¹ Arbolado Urbano de Bogotá. Op. Cit P 5

Esta compensación en primera instancia se exigirá acorde con el número de individuos afectados para realizar la siembra, pero su segunda alternativa de compensación es la oportunidad de pagarla monetariamente y que su costo si refleje el valor del árbol talado.

Finalmente la propuesta de la compensación forestal en zona urbana, busca encontrar mecanismos eficientes para conservar los ecosistemas naturales remanentes, desde un punto de vista unificado, fortaleciendo los sistemas para la conservación, en la identificación y monitoreo de las zonas que se consideran tienen mayor valor desde la perspectiva de conservación, y en establecer mecanismos de compensar en individuos o en costo que puedan enfocarse hacia esas zonas.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Estructurar una propuesta metodológica para calcular la compensación forestal en la zona urbana de Bogotá.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear una propuesta basada en criterios relacionados con el componente arbóreo para llegar a definir el factor de compensación.
- Cuantificar los criterios y realizar la clasificación de los rangos para identificar el factor de compensación.
- Determinar a partir de la cuantificación de los criterios y su clasificación en rangos, la expresión más apropiada para establecer el factor de compensación.
- Diseñar una fórmula para la compensación forestal en zonas urbanas, que permita optimizar la calidad de las compensaciones por tala.

6. MARCOS REFERENCIALES

6.1 MARCO TEORICO

Para el desarrollo de la investigación y poder estructurar la propuesta metodológica para cuantificar la compensación forestal en zonas urbanas, se tomaron como base los conceptos, criterios y las legislaciones establecidas en los países citados anteriormente. Los estudios relacionados a continuación enfocan un poco más las compensaciones forestales en cuanto a los criterios ambientales a tener en cuenta.

Baptista¹² en su tesis “La recuperación de los Bosques y la sostenibilidad sólo en la ciudad de Florianópolis-región” analiza las interacciones humano-ambientales en la ciudad de Florianópolis-región, Santa Catarina, Brasil a partir de una perspectiva de sostenibilidad justa. Construye una narrativa histórica en profundidad de las transformaciones sociales y del paisaje y ofrece una relación de los diversos orígenes de esta metrópolis en expansión.

La tesis proporciona el contexto para comprender el cambio demográfico moderno, metropolitano de uso del suelo, la dinámica de transición de los bosques, las desigualdades socio-espaciales, las reformas legales e institucionales y las prácticas democráticas. Enfoca el empleo desde un enfoque metodológico multiescalar, integro la investigación documental, fotos aéreas, entrevistas, observación participante y visitas in situ, analiza los datos sociales y ecológicos anidados en escalas espaciales y organizacionales que van desde los barrios a los espacios nacionales y globales. Los resultados sugieren que la ciudad de Florianópolis-región ha experimentado una transición de bosque a partir de un período de deforestación neta causada por las actividades extractivas y agrícolas a un período de recuperación forestal neta.

La Recuperación del Bosque es el resultado de la plantación de árboles con especies exóticas y la "espontánea" regeneración de los bosques secundarios. Este proceso de dualización urbana ha dado lugar a injusticias socio-ambientales, reforzando y agravando las disparidades de acceso a las oportunidades de vida y los servicios ambientales, así como la exposición diferencial a los riesgos ambientales. El Autor concluye con una discusión sobre la calidad del suelo, el desarrollo desigual, desigual valoración de los ecosistemas, la democracia

¹² Baptista, S. R. (2008). *Forest recovery and just sustainability in the florianopolis city-region*. Rutgers The State University of New Jersey - New Brunswick). *ProQuest Dissertations and Theses*, Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/304520275?accountid=49777>

participativa, los posibles escenarios futuros, las implicaciones de política, problemas sin resolver, y sugerencias para futuras investigaciones.

Loidi, J¹³. A través del estudio de “la fitosociología como proveedora de herramientas de gestión” evalúa el valor medioambiental o naturalístico de cualquier espacio, vegetación, ecosistema, etc., es siempre una tarea difícil, porque una gran cantidad de criterios y elementos que deben tenerse en cuenta. Con el fin de aclarar las ideas y criterios en este trabajo se proponen y explican un método de evaluación que trata de tener en cuenta los principales elementos a tener en cuenta: la naturalidad, la resistencia, la amenaza, el valor florístico-fitocenótico, la rareza, la retención de carbono, protección del suelo, el agua mejora de la calidad y la necesidad territorial del coeficiente de protección del ecosistema. Las escalas que propone para cada uno de los criterios y un método para aplicarlas a un mapa de vegetación. Además, como una aplicación de este sistema de evaluación cuantitativa, proponen el concepto de Pago por Servicios Ambientales (PSA), enfatizándolo como un sistema para recompensar con dinero público las propiedades rurales que tienen valiosos ecosistemas o tipos de vegetación en su área como compensación de las cargas derivadas de las políticas de protección de la naturaleza.

Yoshikawa, M., Motoki, A Hibino, G., Takeuchi, K., Hanaki, K., Arai¹⁴ en su estudio de la “escala global de evaluación cuantitativa de la biodiversidad en el uso del suelo forestal” proponen un método para evaluar cuantitativamente y analizar la biodiversidad forestal a escala global mundial sin pérdida neta (GNNL siglas en ingles).

El método produce un índice GNNL de los bosques existentes y permite predicciones futuras de la pérdida de bosques bajo diferentes supuestos. El método a prueba la viabilidad del índice GNNL y permite a discusión de la política para la futura gestión forestal sostenible a escala mundial hasta el 2050. El índice GNNL se estimó a partir de una ecuación incluyendo áreas forestales por país y por tipo de bosque (bosque primario, bosque secundario y plantaciones forestales), la diversidad de los ecosistemas forestales y la densidad de las especies. Las estimaciones derivadas de los datos históricos revelan una reducción aproximada del 7% en índice GNNL entre 1990 y 2005. Las predicciones del índice GNNL hasta el año 2050 destacan la importancia de la regeneración de las porciones grandes extensiones de bosques talados para la tierra agrícola (u otros usos) con bosques secundarios.

¹³ Loidi, J. (2008). La fitosociología como proveedora de herramientas de gestión. *Lazaroa*, 29, 7-17. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/217780890?accountid=49777>

¹⁴ Yoshikawa, M., Motoki, Y., Hibino, G., Takeuchi, K., Hanaki, K., Arai, S., Inoue, T. (2011). Global-scale quantitative assessment for biodiversity on forest land use: Applying the global no net loss approach. *Sustainability Science*, 6(2), 169-175. doi: 10.1007/s11625-011-0128-2

Marfo, E., Acheampong, & Opuni-Frimpong¹⁵, proponen el debate sobre el cambio climático y los servicios ambientales, este ha crecido sustancialmente en los últimos dos decenios. El período post-Kyoto protocolo en particular ha sido testigo de un aumento formulación de mecanismos financieros para compensar los esfuerzos ecológicos hacia la retención de carbono y la reducción de la deforestación. En la mayoría de los casos, las comunidades sustancialmente dependen de los bosques para su sustento o sus acciones tienen un impacto directo en la sostenibilidad de los bosques. ¿Los incentivos económicos de las iniciativas emergentes ofrecen nuevas fuentes de ingresos para apoyar los medios de vida rurales y reducir la pobreza? Existen algunas dudas sobre esta posibilidad, porque no hay evidencia enorme en todo el mundo para demostrar que la explotación forestal y su uso no se han beneficiado sustancialmente la población local y Ghana no es una excepción.

Este documento se basa en la evidencia existente en Ghana para demostrar que la falta de derechos seguros de tenencia de la comunidad y el predominio de la autoridad inexplicable conduce a beneficiar a la captura por las elites locales son limitaciones críticas a la distribución equitativa de beneficios del bosque. Sobre la base de las pruebas, este artículo argumenta que a menos que se resuelvan estos problemas en la política y la práctica, los beneficios económicos potenciales de los diversos mecanismos que van surgiendo en el cambio climático y los servicios de los ecosistemas no se pueden beneficiar las poblaciones locales, sino que incluso puede reforzar la brecha entre los ricos y los pobres.

La revista “La riqueza de la naturaleza”¹⁶ muestra que al igual que otros países del Tercer Mundo, Costa Rica depende de los recursos naturales para obtener ingresos, el empleo y los ingresos de exportación. Los ambientalistas sostienen que los políticos se les animan a comportarse como si la riqueza natural fuera ilimitada y discuten a cerca que la tecnología siempre puede compensar los daños ambientales. Los ecologistas cuentan con el apoyo de algunos economistas, como Robert Repetto, del Instituto de Recursos Mundiales. El sistema estándar de Cuentas Nacionales (SCN) está siendo revisado, y algunos cambios tendrán más en cuenta la riqueza del medio ambiente, aunque no tanto como quisiera Repetto dice que el fracaso de las cuentas de ingresos nacionales para permitir la depreciación de los recursos naturales exagera el producto nacional neto. La extracción de esos recursos se puede contar como ingreso, cuando, en realidad, un país que está reduciendo el capital natural.

¹⁵ Marfo, E., Acheampong, E., & Opuni-Frimpong, E. (2013). Fractured tenure, unaccountable authority, and benefit capture: Constraints to improving community benefits under climate change mitigation schemes in Ghana. *Conservation and Society*, 10(2), 161-172. doi: 10.4103/0972-4923.97488

¹⁶ Wealth of nature.(1992, Jan 18). *The Economist*, 322, 67-67. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/224139620?accountid=49777>

Rubinfeld, J¹⁷ en su estudio demuestra la aplicación más históricamente asentada de la cláusula de indemnización justa es el requisito de que el gobierno debe pagar por la propiedad que se apodera de ella a través de un ejercicio del dominio eminente. La Constitución de EE.UU. establece que la propiedad privada no se tomará para uso público sin justa compensación.

La cláusula de compensación con una disposición especial para una clase específica de las privaciones, los casos en que la propiedad privada no se limita a tomar, pero para uso público. En un análisis mucho depende de la finalidad para la cual, y las circunstancias en que, el estado ordena la ocupación física de la propiedad. Durante décadas, las leyes de preservación de sistemas ecológicos naturales han presentado el choque más visible entre el principio del daño y la prueba de la viabilidad económica. Por ejemplo, no hay leyes que prohíban todo el desarrollo de los humedales sólo por prevenir el daño, sino también apoderarse de la propiedad a fin de aprovechar algunos de sus valores de uso para el Estado.

El Grupo Técnico Comisionado¹⁸, evaluaron los criterios como el **Tipo de cobertura**, **El estado de conservación del ecosistema**, la presencia en la zona de influencia del proyecto de **Especies de Flora Silvestre listadas en algunas categorías de riesgo**, presencia en el proyecto de **Áreas Protegidas y/o de Importancia Ambiental**, y la **Afectación del recurso flora**, a estos criterios le asignaron rangos de calificación teniendo en cuenta la protección al ecosistema, o cuya afectación incidía significativamente en el comportamiento del mismo.

6.2 MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo con el estudio del Análisis de conectividad para **La Estructura Ecológica Principal** de Bogotá en el contexto urbano y periurbano¹⁹, las estructuras ecológicas están compuestas de áreas protegidas, articuladas por conectores con el fin de generar y facilitar el flujo de servicios ambientales a través de un territorio, además de garantizar el mantenimiento integral de la biodiversidad. El objeto de crear y preservar estas estructuras en ciudades es equilibrar el desarrollo urbano y rural con la preservación del medio ambiente. Estas estructuras ecológicas la conforman las rondas y zonas asociadas al

¹⁷ Rubinfeld, J. (1993). Usings. *The Yale Law Journal*, 102(5), 1077-1077. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/198458355?accountid=49777>

¹⁸ Grupo Técnico Comisionado. 2007. Criterios para el cálculo de la compensación por afectación de la cobertura vegetal en proyectos sujetos a licencia ambiental. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.

¹⁹ Remolina, Fernando. Análisis de conectividad para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá en el contexto urbano y periurbano. Revista Pérez Arbelaezia No. 16. Bogotá. 2005

sistema hídrico. También hacen parte de ella los parques y corredores de vegetación que conectan diferentes ecosistemas. Los árboles ubicados en la ciudad de Bogotá hacen parte integral de la estructura ecológica principal y actúan como articuladores de la misma.

Podemos describir que el llamado **Medio Ambiente Urbano** es un sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus interrelaciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida. Está constituido por elementos naturales como los animales, las plantas, el agua, el aire, y artificiales como las casas, las autopistas, los puentes, etc.²⁰

En la Unión Europea²¹ se estudiaba y clasificaba los problemas del **medio ambiente urbano** en tres grandes grupos: el primero relacionado con la contaminación urbana, esto es, la alteración de los elementos constitutivos del ambiente (aire, agua, biodiversidad, suelo) a través la introducción de sustancias o formas de energía por actividad humana en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar o degradar la calidad del ambiente y los recursos, bien sean del Estado o de los particulares.

El segundo, relacionado con la modificación del entorno edificado, en el cual se incluyen la alteración o incorrecta planificación de calles, edificios, zonas verdes, espacios abiertos, zonas de amenidad, ecosistemas estratégicos, carreteras, etc. El tercero y último, referido a la pérdida de la biodiversidad, es decir, la disminución de las especies animales y vegetales presentes en la ciudad. Mirando la enunciación hecha por el primer documento comunitario, que versa sobre los problemas relacionados con el medio ambiente urbano, habría que agregar otros que hoy repercuten notoriamente en la calidad del ambiente de las ciudades europeas. De esta manera, habría que añadir a dicha lista los problemas relacionados con la gestión ineficiente de la energía y el aumento del transporte urbano y lo que ello conlleva para la aportación de sustancias contaminantes, principalmente a la atmósfera. Asimismo, habría que tener en cuenta nuevas formas de contaminación, como la contaminación producida por las ondas electromagnéticas, la denominada contaminación lumínica, y la contaminación visual.

La pérdida continúa del componente arbóreo a una tasa alta por hectárea y la inconsistencia de la nivelación de esta tasa se convierte en la llamada **deforestación**, la cual es consecuencia de los grandes problemas en la región y de alguna forma de las actividades que se dan en la ciudad y el pedido de

²⁰ López Giulliana. 2011. El Ambiente. www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/.../el_ambiente.pdf

²¹ Velásquez Muñoz C J. Op. Cit., p.32

recursos que vienen de las poblaciones muy concentradas es el aumento paulatino de esta cualidad. Se puede confirmar que la sobrepoblación, la falta de suelo apto de expansión urbana impulsan a un mas las tasa de deforestación en la ciudad.

Para estimar la biomasa es posible mediante **ecuaciones o modelos**, que utilizan variables tales como el diámetro a la altura del pecho (d), la altura comercial (hc) y total (ht), el crecimiento dimétrico, el área basal y la densidad específica de la madera²². Este método no es destructivo y es extrapolable a situaciones de crecimiento similares. Los modelos de biomasa han aumentado en los últimos años, y posiblemente sean más los desarrollados para árboles individuales que para bosques. Estas ecuaciones facilitan la toma de decisiones y permiten la estimación de biomasa y carbono a gran escala.

Para estimar la biomasa se usan diferentes tipos de modelos de regresión y combinación de variables. En general, y así se demuestra en muchas investigaciones, que el diámetro (d) es la variable que mejor se correlaciona y predice la biomasa. Además, el d es una variable fácil de medir y que se registra en la mayoría de los inventarios forestales. Además de estas variables, incluyen la densidad específica de la madera. Otros autores utilizan transformaciones de estas variables empleando posteriormente factores de corrección descritos por Sprugel²³

La silvicultura urbana ha venido a significar tanto la plantación de árboles en algunos lugares como la planificación y el ordenamiento a gran escala de toda la vegetación leñosa dentro de los límites de una ciudad y su periferia²⁴.

A partir del crecimiento y de la necesidad de planificación y ordenamiento de los centro urbanos en la últimas décadas surgió la necesidad de abordar la temática de la plantación de árboles de manera técnica, teniendo en cuenta la dinámica de la ciudad, sus dificultades y características particulares, así como la incidencia de estas condiciones cambiantes en el desarrollo del arbolado urbano. En este sentido la silvicultura urbana nace a partir del reconocimiento y del entendimiento de las diferencias en función, comportamiento y necesidades de los árboles en

²² Jordan CF, C Uhl. 1978. Biomasa of a "tierra firme" forest of the Amazon Basin. o *Ecologia Plantarum* 13(4): 387-400.

²³ Sprugel DG. 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. *Ecology* 64(1): 209-210.

²⁴ FAO. Unaslyva No. 15. Silvicultura urbana: Ciudades, árboles y población. <http://www.fao.org/docrep/s1930s01.htm#editorial:%20ciudades,%20árboles%20y%20población>.

contextos diferentes, diferenciando claramente su manejo en bosques naturales, en plantaciones y en las grandes urbes²⁵.

Los **Servicios Ambientales** están catalogados todos a aquellos beneficios que proporciona un elemento al mejoramiento del ambiente que rodea la humanidad, por esto podemos considerar que el componente arbóreo urbano y tiene un potente efecto regulados sobre la temperatura y por consiguiente sobre el clima al controlar la radiación solar, el viento, la humedad y la evapotranspiración; es por esto que las áreas donde se encuentran reciben sus beneficios. Su efectividad depende de la necesidad del follaje, de la forma de las hojas y de los patrones de ramificación. Los arboles en una ciudad determinan y caracterizan su paisaje. Cada árbol que encontramos contribuye a hacer posible el mejoramiento de la calidad de vida de todos brindando beneficios tangibles e intangibles de orden ambiental, estético, psicológico, paisajístico, recreativo, social y económico, alta punto que se constituyen en uno de los indicadores de los aspectos vitales y socioculturales de la ciudades.

Según el decreto 1180 de 10 de mayo de 2003, la **compensación forestal** están enfatizadas en obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

6.3 MARCO LEGAL

A continuación se citan algunos referentes constitucionales y legales que permiten situar el problema en sus aspectos institucionales y en la normatividad nacional y distrital que lo rige.

El artículo 8 de la **Constitución Política de Colombia**²⁶ señala que: “*Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación*”, en concordancia con el numeral 8 del artículo 95 de la misma; por su parte, el artículo 79 ordena que: “*...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*”; así mismo, el artículo 80 indica 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*

²⁵ Carreño Cadena H. Agosto 2010. En: Arbolado Urbano de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá, D.C; Secretaria Distrital de Ambiente, SDA. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. ISBN No. 978-958-9387-60-3. Primera edición. Agosto de 2010.

²⁶ CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA, Segunda edición corregida. Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991. Art.8, 79, 80.

deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados...”.

El artículo 12 de la **Ley 23 de 1973** señala que: *“El Gobierno Nacional creará los sistemas técnicos de evaluación que le permitan hacer participar a los usuarios de los recursos ambientales en los gastos de protección y renovación de éstos, cuando sean usados en beneficio de actividades lucrativas”.*

El artículo 1 de la **Ley 99 de 1993** señala los principios generales ambientales, dentro de cuyos numerales tenemos: *“2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada de forma sostenible”.* El artículo 5. Corresponde al Ministerio del Medio Ambiente: numeral 16: *“Ejercer discrecional y selectivamente, cuando las circunstancias lo ameriten, sobre asuntos asignados a las Corporaciones Autónomas Regionales, la evaluación y control preventivo, actual y posterior, de los efectos de deterioro ambiental que puedan presentarse por la ejecución de actividades o proyectos de desarrollo, así como por la exploración, transporte, beneficio y utilización de los recursos naturales renovables y no renovables ordenar la suspensión de trabajos o actividades cuando a ello hubiere lugar”.* El artículo 50 de define la licencia ambiental como *“...la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada”.*

En busca de una definición de las medidas de compensación podemos citar al **Decreto 2820 de 2010** quien dicta *“...las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos”.*

En el capítulo octavo (8) del **Decreto 1791 de 1996**, en su artículo 55 menciona que *“.....Cuando se quiera aprovechar árboles aislados de bosque natural ubicado en terrenos de dominio público o en predios de propiedad privada que se encuentren caídos o muertos por causas naturales, o que por razones de orden sanitario debidamente comprobadas requieren ser talados, se solicitará permiso o autorización ante la Corporación respectiva, la cual dará trámite prioritario a la solicitud”.*

Así mismo en su artículo 57 hace referencia *“....Cuando se requiera talar o podar árboles aislados localizados en centros urbanos.....se solicitará por escrito autorización, a la autoridad competente, la cual tramitará la solicitud de inmediato, previa visita realizada por un funcionario competente técnicamente la necesidad*

de talar árboles.” y los productos que se obtengan de la tala o poda de árboles aislados, podrán comercializarse, a criterio de la autoridad ambiental competente.

En la temática de la compensación en el artículo 60 hace referencia que “....los árboles aislados en un volumen igual o menor a veinte metros cúbicos (20 m³), no se requerirá de ningún permiso, concesión o autorización” pero se tendrán que realizar “.....las medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación, impuestas en la licencia ambiental, o contempladas en el plan de manejo ambiental. Sin perjuicio, en este último caso, de las obligaciones adicionales que pueda imponer la autoridad ambiental competente.”

Inicialmente en el **Decreto Distrital 472 de 2003** se expidió el reglamento de arborización, aprovechamiento y tala del arbolado en el perímetro urbano de Bogotá D.C, resultando necesario ajustar y actualizar esta disposición para lograr la correcta aplicación de las normas sobre arbolado urbano y definir las competencias y responsabilidades de las entidades Distritales para el manejo de la arborización, tala, poda, trasplante o reubicación del arbolado urbano en el espacio público, como uno de los elementos de la administración del mismo.

En el artículo 9 del **Decreto 531 de 2010**, en su parágrafo a), se menciona que las empresas de servicios públicos domiciliarios tiene autorización que las “.....actividades de tala, poda, bloqueo y traslado o manejo silvicultural que deban ejecutar para la instalación y mantenimiento de sus redes de infraestructura, o que para su ejecución silvicultural presente riesgo eléctrico, previo permiso otorgado por la autoridad ambiental, de conformidad con el artículo 57 de la Ley 142 de 1994 y demás normas concordantes, la empresa de servicios públicos encargada de la red de conducción eléctrica es la responsable de las actividades de tala, poda, bloqueo y traslado o manejo silvicultural que representen para su ejecución riesgo eléctrico, así como de la tala, poda, bloqueo y traslado o manejo silvicultural para el caso de alumbrado público que presente contacto físico o riesgo eléctrico con las luminarias.”

En el parágrafo b), hace mención que la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.- UAESP “.....efectuará la poda aérea del arbolado urbano con altura superior a 2 metros ubicado en el espacio público de uso público a través de las empresas prestadoras del servicio de aseo. También lo hará a los árboles que ocasionen sombra y que impida la prestación adecuada del servicio de alumbrado, a excepción de todos aquellos árboles que hagan contacto físico con las luminarias del alumbrado público que serán realizadas por la empresa encargada de la red de conducción eléctrica.”

De igual manera en su parágrafo c), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. –EAAB ejecutará “.....los tratamientos tales como la revegetalización, arborización, tala, poda, bloqueo y traslado o manejo silvicultural en las rondas y

zonas de manejo y preservación ambiental de quebradas, ríos y canales, previo permiso otorgado por la Secretaría Distrital de Ambiente.”

El Jardín Botánico José Celestino Mutis se encargará de “...la planificación de la plantación, el establecimiento y el mantenimiento del arbolado joven y la jardinería, y el competente para ejecutar el manejo silvicultural del arbolado urbano en espacio público de uso público, en los eventos en los cuales no esté asignado a otra Entidad. Igualmente, estará encargado de realizar las podas del arbolado joven que presente una altura inferior a los 2 metros.”

El Instituto de Desarrollo Urbano.- IDU, podrá realizar “.....las podas de raíces de individuos vegetales que causen afectación en la malla vial arterial de la ciudad, así como la adecuación y recuperación de obra civil y aumento del área de infiltración al árbol, según los lineamientos técnicos establecidos. Estas actividades deben contar con el acompañamiento del Jardín Botánico José Celestino Mutis.”

Las Alcaldías Locales, serán las responsables “.....de la tala de cercas vivas y setos en espacio público, en los procesos de protección, recuperación y conservación del espacio público, previo permiso otorgado por la autoridad ambiental.” y tendrán que destinar “...los recursos necesarios para tales efectos, para las compensaciones por tala para la plantación del nuevo arbolado en las zonas verdes públicas de la localidad, actividades que serán realizadas por el Jardín Botánico José Celestino Mutis.”

Las Entidades Distritales que ejecuten obras de infraestructura solo podrá realizar la “...evaluación del arbolado y cuantificación de las zonas verdes y permeables dentro del área de influencia directa del proyecto. Las Entidades Distritales que ejecuten obras de infraestructura deben presentar el inventario forestal y los diseños de arborización, zonas verdes y jardinería para su evaluación y autorización por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente; posteriormente ejecutarán las actividades autorizadas e informarán a la autoridad ambiental para su control y seguimiento respectivo.”

En las actividades de intervención y ocupación del espacio público, que “.....afecten el arbolado urbano, las zonas verdes o la jardinería. Para cualquier tipo de intervención el propietario del predio o el representante legal de la obra debe realizar la solicitud del permiso, la ejecución de los tratamientos silviculturales autorizados y las compensaciones que defina la Secretaría Distrital de Ambiente.”

Las Personas naturales o jurídicas y entidades públicas o privadas que tengan a su cargo la administración, mantenimiento o usufructo del espacio público tendrán que “...solicitar los permisos o autorizaciones ante la Secretaría Distrital de Ambiente y efectuar los tratamientos silviculturales de acuerdo a los lineamientos

técnicos del Manual de Silvicultura, Zonas Verdes y Jardinería. De igual manera deberán cumplir con las compensaciones que se establezcan en el acto administrativo.”

El Fondo de Prevención de Atención de Emergencias FOPAE, solo podrá ser el “.....responsable de activar el protocolo Distrital Poda y Tala de Árboles en Emergencia.”

La Secretaría Distrital de Ambiente -SDA-, “.....es la entidad encargada de definir los lineamientos técnicos para la recuperación, rehabilitación o restauración ecológica de las Áreas Protegidas del Distrito Capital y de la ejecución de las actividades correspondientes, así como el manejo silvicultural que sea necesario realizar dentro de dichas áreas” excepto en las rondas y zonas de manejo y preservación ambiental de quebradas, ríos y canales. De igual manera la SDA concederá los permisos y las respectivas compensaciones en las áreas administradas por dicha entidad.

El propietario, de una propiedad privada “....tendrá a su cargo toda intervención silvicultural como arborización, tala, poda, bloqueo y traslado, manejo o aprovechamiento del arbolado urbano, se regirá por los lineamientos establecidos en el Manual de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería y ejecutará las intervenciones autorizadas, previo permiso otorgado por la Secretaría Distrital de Ambiente.”

Hay que considerar que “.....en caso de comprobarse deterioro del arbolado urbano por falta de manejo o prácticas anti técnicas que generen riesgo, las obligaciones de compensación en espacio público o privado serán asumidas por el administrador, propietario o tenedor del predio.”

En el tema de las compensaciones en el artículo 20 del presente decreto se manifiesta que será la SDA será quien realizará el seguimiento y verificará lo correspondiente en su párrafo b), de “.....los aprovechamientos forestales que impliquen la pérdida de áreas verdes y/o permeables deberán ser compensados a través del pago establecido por la SDA, es decir, que en desarrollo de obras de infraestructura o construcciones que se adelanten en predios de propiedad privada o en espacio público, la compensación se efectuará en su totalidad mediante la liquidación y pago de los individuos vegetales plantados- IVP.” Que es el valor definido por la SDA como equivalencia de compensación para garantizar la persistencia del recurso forestal, expresados en términos de Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes, estos recursos “.....recaudados por concepto de compensación por tala se destinarán exclusivamente a financiar las actividades de plantación y mantenimiento de la cobertura vegetal del Plan de Arborización y Jardinería del Jardín Botánico José Celestino Mutis”

En lo correspondiente a los predios de propiedad privada “...de estratos 1, 2 y 3 o cuando se trate de centros educativos, entidades de salud, sin ánimo de lucro o de beneficio común, la Secretaría Distrital de Ambiente podrá autorizar que las talas por manejo del arbolado urbano sean compensadas total o parcialmente mediante la plantación y mantenimiento de arbolado o jardinería, según lo señale el concepto técnico, teniendo en cuenta si existe espacio suficiente y atendiendo lo dispuesto en el Manual de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá. Cuando se realice la tala de árboles en los estratos 3, 4, 5 y 6 la compensación será asumida por el propietario, poseedor o tenedor del predio.”

La compensación fijada en -IVP-, “.....se liquidará teniendo en cuenta el número de individuos autorizados para tala.” Esto no coincide con la propuesta establecida en este documento, por que debería ser sobre los individuos a compensar por la tala realizada. Esto quiere decir que la compensación en IVP siempre es 1:1 un árbol talado un árbol a pagar y no se tendría en cuenta el verdadero valor de la compensación así mismo no habría la importancia de aumentar los arboles de la ciudad.

Sin embargo, cuando “.....el número de individuos efectivamente talado sea menor al autorizado, el titular del permiso consultará la valoración realizada en el concepto técnico, informará a la Secretaría Distrital de Ambiente acerca de la ejecución de las talas con el fin de hacer el respectivo seguimiento y se hará la reliquidación correspondiente.”

En las obligaciones de compensación a cargo de la SDA y del Jardín Botánico “....serán estimadas en individuos vegetales plantados -IVP-, no obstante, se cumplirán a través de la plantación y mantenimiento del arbolado urbano y jardinería en las áreas de su competencia.”

En el caso que se realice la tala por situaciones de emergencia en espacio público “....la compensación será asumida por la respectiva entidad que administra dicho espacio, de conformidad con las competencias establecidas en el presente decreto.”

Finalmente en el caso dado de incumplimiento la SDA podrá instaurar “.....sanciones previstas por el procedimiento sancionatorio ambiental vigente, sin perjuicio de las acciones civiles, penales y policivas a que haya lugar” y se podría dar en el caso de “.....No efectuar la compensación por tala del arbolado urbano o endurecimiento de zonas verdes....en los términos establecidos en los permisos o autorizaciones.”

Para brindar una contextualización aun mayor de la equivalencia del IVP, el Distrito expidió la **Resolución 7132 de 2011**, la cual establece la compensación por aprovechamiento de arbolado urbano y jardinería en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente, en esta resolución se menciona en el artículo 3

los Factores de Cálculo y Corrección, los cuales los costos básicos equivalen al 43.79% de un SMMLV, con una adición de los factores como valor agregado, establecido en un porcentaje adicional de 20% para especies que no se encuentren recomendadas en el Manual de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería y 30% para las especies vegetales que sean acogidas por dicho documento, sumado a esto se considera una adición de acuerdo a la Altura, para individuos vegetales con menos de 5 metros el factor equivale a un 25% y más de 5 metros 30%, sumado a esto, si la especie a talar o talada se encuentra amenazada o en peligro de extinción tendrán un factor adicional de 50% y finalmente se adiciona el factor por servicios que serán constantes en un 20% del IVP para todo individuo vegetal.

Esta resolución presenta unos factores de descuento los cuales se restan al IVP con sus adiciones, estos están asociados a riesgo inminente de volcamiento -35%, daños a la infraestructura aledaña -10% y deficiente estado físico y sanitario -10%.

Según lo anterior se realizó el cálculo con los porcentajes más altos dando como resultado un costo del IVP de \$ 958. 220 pesos mcte y el menor se encuentra en \$ 575.045 pesos mcte, esto sin contar con los valores de descuentos por considerar que el árbol se encuentra en riesgo lo cual sucedería para algunos individuos.

Como parte de la contextualización sobre las compensaciones el **Decreto 1180 de 2003** de nivel nacional hace mención en su Art. 1 como medida de compensación las *“...obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.”*

Según el código de policía **Acuerdo 79 de 2003**, la tala de árboles requiere el permiso previo de la autoridad competente. Parágrafo. Por ningún motivo, salvo autorización previa del SDA, se pueden talar los árboles ubicados en los separadores, zonas verdes, parques y andenes.

Para realizar la identificación del Sub-factor por especie se tendrá en cuenta la **Resolución 711 del 31 de octubre de 1994**, que establece las especies forestales exóticas y autóctonas según Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Así mismo se toma la **Resolución 186 del 6 de junio de 1996** la cual relaciona la inclusión de nuevas especies autóctonas e introducidas.

7. ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance está enmarcado en la generación de una propuesta metodológica que tendrá en cuenta la identificación de las situaciones que van más relacionadas con árboles aislados pero de porte o área basal representativa o significativa, altura, especie y función protectora que estas ejercen sobre el suelo y el ecosistema. Para este caso se opta por la compensación directa a partir de la compensación equivalente, con especies de igual o similar condición de porte y representatividad dentro del área.

El límite de esta propuesta metodológica es su campo de aplicación, enfatizada para ser empleada en el distrito de Bogotá, esta metodología se puede considerar como punto de partida para ser mejorada, discutida y analizada por la comunidad de expertos, en busca de la conveniencia de ampliar su campo de acción hacia municipios aledaños.

8. METODOLOGÍA UTILIZADA

El enfoque metodológico a realizar en esta investigación será de tipo cualitativo, por lo cual se abordara desde una Teoría Fundada, con el objetivo de presentar una teoría a partir de los datos obtenidos durante la investigación a fin de desarrollar el razonamiento planteado, teniendo en cuenta el poco desarrollo del tema en el sector forestal. Ver Figura 1. Diseño experimental.

8.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

El método adoptado para cuantificar la compensación se basará en un método cuantitativo (ponderado), donde los factores y subfactores son calificados con puntajes bajo la combinación de formulaciones dadas a partir de estudios o mediciones específicas que son extrapolados, de igual manera se buscará la aplicación de estos datos a través del programa Microsoft Office Excel.

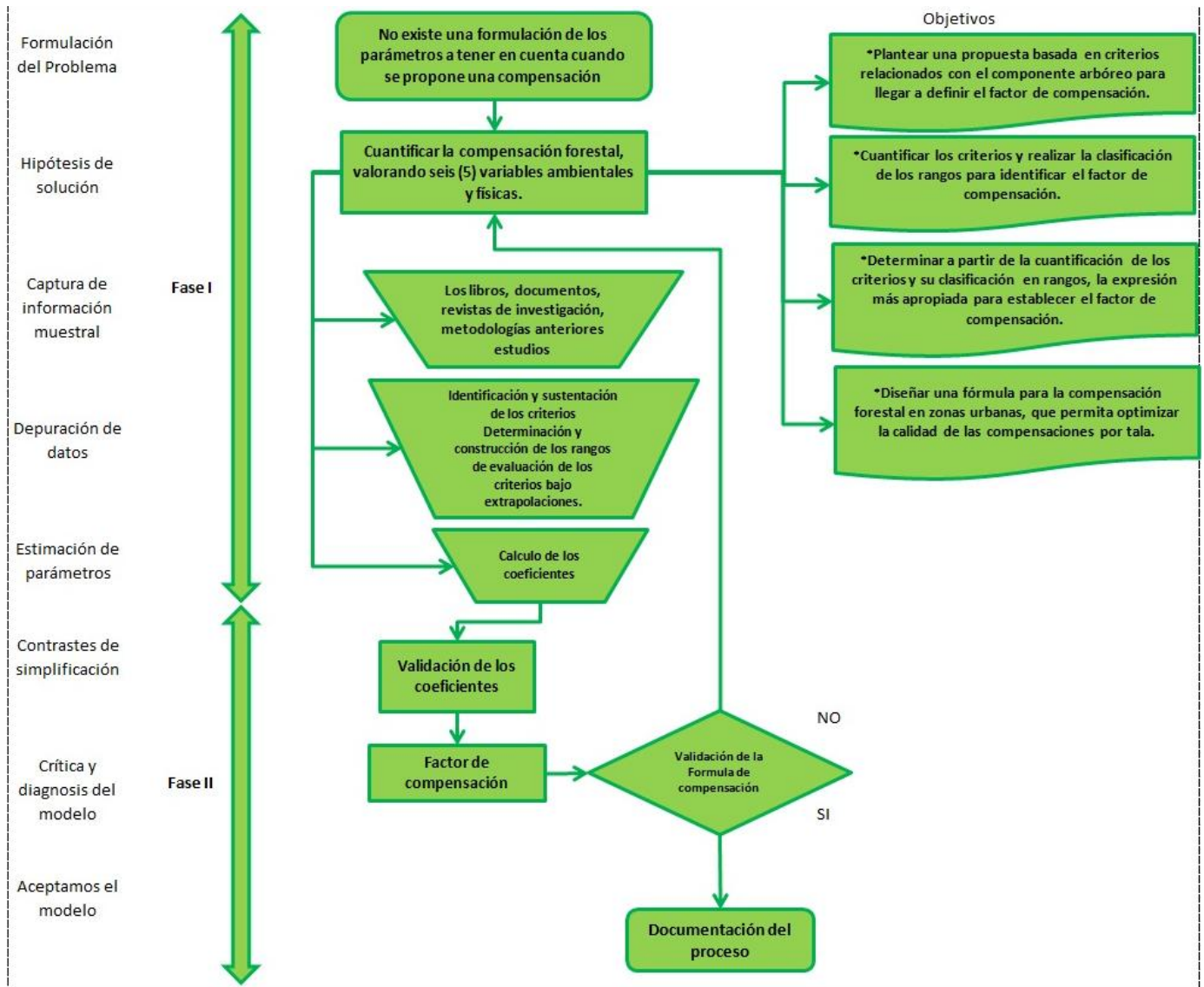
8.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se pretende abordar a través de dos (II) fases. La primera de ellas se enfatizara en la recopilación e identificación de la información y la segunda será enmarcada en la aprobación o validez de los resultados esperados, tal como lo refleja la Figura 1. Diseño experimental y sus fases de investigación.

9. DISEÑO EXPERIMENTAL

A continuación se presenta mediante el diagrama de flujo, un resumen de cada una de las fases y procesos a realizar del proyecto de investigación. Ver Figura 1.

Figura 1. Diseño experimental del trabajo de investigación



Fuente: El Autor. 2013

10. ASPECTO FINANCIERO

No aplica para el presente proyecto

10.1 PRESUPUESTO REQUERIDO

No aplica para el presente proyecto

10.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

No aplica para el presente proyecto

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Inicialmente para definir los criterios que hacen parte del factor de compensación, se seleccionaron teniendo en cuenta las principales características morfológicas propias del árbol como son la Altura y el Diámetro, otro componente fundamental es el tipo de especie lo cual lo asimilamos como a mayor número de especies mayor biodiversidad o heterogeneidad se encuentra en un ecosistema y mayor beneficios brindan unas de otras, por ser mayores o menores captadoras o depuradoras de emisiones atmosféricas .

Estas características antes mencionadas hacen valioso a los arboles para el medio ambiente urbano por los servicios ambientales que el proporciona. Se calcula que los árboles en la ciudad mejoran anualmente la calidad del aire al eliminar hasta 0.7 toneladas de CO (Monóxido de carbono), 2.1 toneladas de SO₂ (Dióxido de azufre), 2.4 toneladas de NO₂ (Dióxido de nitrógeno), 5.5 toneladas de MP10 (Material Particulado respirable menor o igual a 10 micras) y 6 toneladas de O₃ (Ozono) por hectárea de espacio verde y estos espacios verdes de las ciudades latinoamericanas y europeas varían considerablemente de acuerdo con el tamaño, tipo y distribución de la estructura urbana.

Los arboles al tener un buen diámetro brinda al ambiente mayor capacidad de retención y depuración de estos componentes, los arboles con alturas medianas a altas, se consideran arboles maduros que en la mayoría de las veces, es sinónimo de buenos estados fitosanitarios, estos estados llegan a proporcionar mayores beneficios físicos en cuanto a protección de coberturas vegetales, con frecuencia el resultado de la deforestación es la erosión del suelo. Cuando no hay árboles cubriendo el suelo, la lluvia golpea directamente el suelo en lugar de gotear gradualmente desde las ramas y caer suavemente sobre el suelo. Esto significa que cuando llueve, más agua golpea más fuertemente el suelo, arrastrándolo.

Sobre el suelo de la mayoría de las coberturas, hay una capa de material orgánico, como hojas en descomposición y madera, que absorbe el agua. La lluvia puede ser absorbida por esta capa en lugar de escurrirse sobre un suelo desnudo, a esto tenemos que añadirle las características físicas de su entorno como la topografía y su incidencia sobre la susceptibilidad a la erosión.

De acuerdo a lo anterior, cada criterio se clasifico en un sub-factor, el cual identifica y agrupa a cada individuo en rangos de valoración, para lo cual se tomaron las variables que tienen influencia sobre en primera medida el desarrollo y en segunda su entorno, la primera de ellas se involucran variables como la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP), su Altura Promedio (AT), el tipo de especie (Clase de Especies Vegetales en cuanto a cobertura vegetal) y se tuvieron en cuenta las variables que en un grado de afectación al suelo pueden

incidir en el entorno, como lo es la pendiente y la función protectora del mismo individuo sobre la cobertura.

Sin embargo, el método adoptado para escalar cada sub-factor se basa en un método cuantitativo, en donde se clasificaron con puntajes bajo formulaciones dadas de acuerdo a un nivel de importancia valorada por el criterio del autor.

11.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS NECESARIOS PARA LLEGAR A DEFINIR EL FACTOR DE COMPENSACIÓN.

Con base en lo anterior planteamiento, se proponen los siguientes criterios para las medidas de compensación por afectación de arboles urbanos.

1. CRITERIO: Por su Clase Diamétrica (D)
2. CRITERIO: Po su Altura Total del Individuo (A)
3. CRITERIO: Por la Clase de Especies Vegetales en cuanto a cobertura vegetal (E)
4. CRITERIO: Por la pendiente del terreno (T)
5. CRITERIO: Por su función en el medio urbano (F)

11.1.1 Descripción de los criterios

- Primer Criterio: Por su Clase Diamétrica (D)

La distribución de las clases diamétricas ha sido utilizada para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales, su relación con los factores ambientales y su respuesta a diversos tipos de gestión. Asumiendo que existe una relación entre el tamaño de una árbol y su edad, la distribución de las clases diamétricas de una macha de bosque refleja su estructura demográfica y por tanto, su historia reciente. De esta forma, cuando se encuentran “huecos” en los histogramas para ciertas clases de tamaño, se puede inferir que corresponden a determinados épocas de crisis en la dinámica de la población forestal.

Gran parte de las investigaciones sobre la estructura total muestran, que existe una gran variabilidad en el número de árboles presentes en cada clase de diámetro. De tal forma que al utilizar un tamaño de muestra de una hectárea y con clases diamétricas de 10 cm, se pone de manifiesto que en una región determinada, el número de árboles incluidos en las primeras clases, se distribuye según un histograma aplanado y en forma de campana, hasta formas de L o J

invertida para las clases mayores que tienen pocos individuos o frecuencias bajas.²⁷

En cuanto a la distribución diamétrica de las especies, grupos de éstas presentan comportamientos diferentes a pesar de estar dentro de un mismo ecosistema. Cuando los logaritmos de los números de árboles suelen representarse por clases diamétricas de 10 cm, las especies se pueden dividir en dos grupos, la separación entre ambos se realiza por una línea correspondiente a la especie teórica, para la cual se duplica el número de individuos cuando se pasa de una clase a la clase inmediatamente inferior, lo que es conocido como cociente de Liocourt.

El número de intervalos en las distribuciones diamétricas es más o menos arbitrario pues no existen reglas precisas para fijarlo, puesto que con uno demasiado grande no se simplifica el conjunto de datos originales, pudiendo aparecer problemas de ajuste final y si es pequeño pueden ocurrir distorsiones de la información. Algunos autores proponen tomar mínimo cinco (5) ó doce (12) como un número muy aceptable y 24 como número óptimo, sin embargo, existen algunas aproximaciones matemáticas que se pueden tomar como referencia. Además de lo anterior, deben escogerse los límites que contengan los valores máximos y mínimos en cuestión, con base en un rango ampliado, cuya diferencia se reparte en ambos extremos²⁸.

- ✓ El Sub-factor por Circunferencia a la Altura del Pecho **C1** se apoya en lo siguiente:

El crecimiento en diámetro está influenciado directamente por la actividad del cambium. Por esta razón es posible registrar el crecimiento correspondiente de un día o a veces es necesario establecer el respectivo crecimiento por tiempos más cortos. El crecimiento en diámetro o en una homogénea como la circunferencia a la altura del pecho, no es igual a lo largo del árbol. Para evaluarlo se emplea la variable DAP o CAP a inicio y al final de periodo requerido. Los árboles adultos de las zonas tropicales, generalmente presentan índices de crecimiento en diámetro bastantes bajos, entre 1 y 2 mm por año.²⁹

²⁷ Melo Cruz, Omar Aurelio y Vargas Ríos, Rafael Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002/ 235 P 222. ISBN 956-9243-03-07.

²⁸ LEMA, A. 1995. Dasometría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Pp. 252- 304.

²⁹ Brienen, R.; Zuidema, P 2003. Anillos de crecimiento de árboles maderables en Bolivia: Su potencial para el manejo de bosques y una guía metodológica. Riberalta, Bolivia. PROMAB. 33 p.

Según Lema en 1995³⁰ el grosor de un árbol tiene como base un diámetro o una circunferencia de referencia localizado a 1.3 m de altura sobre la parte del fuste más cercana al suelo, en nuestro caso la compensación se aplicaran a todo los individuos con circunferencia normal mayor e igual a 31 cm de CAP o 9,9 cm de DAP.

- Segundo Criterio Por su Altura Total del Individuo (A)

La altura es la otra variable directa que junto con el diámetro normal, permite realizar modelaciones silviculturales importantes. No obstante la sencillez de sus definiciones, es difícil obtenerla en campo con buena precisión, por lo cual se recurre en muchas ocasiones a estimaciones de ella. La altura es una variable que se utiliza para la determinación del volumen, estudios de crecimiento, posición sociológica, estratificación y construcción de perfiles de vegetación. Igualmente, en rodales homogéneos se utiliza para la determinación del índice de sitio.

- ✓ El Sub-factor por Altura Promedio **A1** se apoya en lo siguiente:

Se parte como variable la Altura Total del individuo desde la base del árbol sobre la superficie del suelo, hasta su ápice, esta medición será a partir de los individuos con alturas promedio de 1,8 m por encima de este valor.

La estratificación de individuos, que es la agregación de todas las alturas de los árboles maduros e inmaduros de todas las especies, teniendo como punto de referencia una categoría mínima de medición, que puede ser el diámetro o la altura, en nuestro caso estamos partiendo que el límite inferior es de 1,8 m de altura.

- Tercer Criterio Por la Clase de Especies Vegetales en cuanto a cobertura vegetal (E)

Pequeñas diferencias en la cobertura pueden ser responsables de grandes diferencias en pérdida de suelo. La erosión tiene lugar sobre un suelo que esta deteriorado por la lluvia, de tal forma que la intensidad de aquella depende de cuánto suelo está expuesto y no de cuanto está cubierto.

Debido a que los cambios de uso del suelo pueden afectar en gran medida la capacidad de dispersión de las especies, dando lugar a procesos de fragmentación de las poblaciones y los consiguientes problemas para su

³⁰ LEMA, A. Op. Cit., p.65

conservación, el mantenimiento de la conectividad ecológica en el territorio ha ido justificando un objetivo de las políticas de conservación de la naturaleza³¹

La aplicación del término se ha restringido usualmente al estudio de la “riqueza de especies”, y por su parte define seis niveles: diversidad genética, de especies, de otras categorías taxonómicas, de comunidades y procesos bióticos, de ecosistemas y de biomas³². A estos niveles algunos autores suman otros como el de “grupos funcionales”, que consiste en “aquellas especies con impacto similar dentro del proceso ecosistémico”³³, e incluso hay quienes incluyen en el concepto la “diversidad cultural humana”.

Pero independientemente de cuántos niveles se definan, lo crucial es notar que esta clasificación tiene un marcado componente espacial: para distinguir un ecosistema dentro de un bioma por ejemplo, es necesario variar la escala de análisis. Es más, dentro de un mismo nivel, como puede ser el de diversidad de especies, es posible realizar análisis a distintas escalas: global, regional o local. Por ello esta clasificación se aborda desde la diversidad de especies.

✓ El Sub-factor por especies **E1** se apoya en lo siguiente:

La clasificación de las especies surge del análisis de del listado de las especies forestales Autóctonas e introducidas tomado en las resoluciones 00711 del 31 de octubre de 1994, la Resolución 186 del 6 de junio de 1996, y los correspondientes actos administrativos que la actualicen o precisen. De igual manera se tomo como base la clasificación propuesta en el Arbolado Urbano de Bogotá³⁴, para realizar la propuesta en este documento.

Se establece de acuerdo al tipo de especies vegetal a compensar:

- Especies exóticas tipo 1. Se definen para la situación de compensación, como aquellas especies de gran vigor y desarrollo, capaces de desplazar o competir por los factores limitantes existentes en el sitio objeto de la evaluación ambiental. Se podrían considerar como especies con baja aceptación dentro del medio autóctono.

³¹ Múgica, M., de Lucio, J.V., Martínez, C., Sastre, P., Atauri, J.A. y Montes, C. 2002. Análisis de sistemas de coordinación territorial de espacios naturales protegidos. EUROPARC-España, Fundación Fernando González Bernáldez, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. En prensa.

³² Redford, K.H. 1993. “Biodiversidad: hacia una agenda efectiva para su conservación”. Ambiente y Desarrollo Vol. IX, 2: 67-73

³³ Hobbie, S.E.; D.B. Jensen y F.S. Chapin. 1994. “Resource Supply and Disturbance as Controls over Present and Future Plant Diversity”. Biodiversity and Ecosystem Function.

³⁴ Arbolado Urbano de Bogotá. Op. Cit. Anexos

- Especies exóticas tipo 2. Son aquellas especies introducidas que tienen buena capacidad de asociación y pueden formar coberturas multiestrato con las especies nativas.
- Especies Nativas y comunes. Son las especies representadas por un gran número de ejemplares. Es decir que al efectuar el aprovechamiento no se estaría poniendo en peligro la continuidad de la especie en el área, por existir suficiente capacidad de propagación por otros ejemplares en el área de influencia del proyecto.
- Especies Nativas y escasas. Es contrario a la situación de las especies nativas comunes.
- Especies en Veda. Es la lista pormenorizada que se expide por las Autoridades Ambientales nacionales y locales.
- Cuarto criterio: Por la pendiente del terreno (T)

La pendiente juega un papel muy importante en los procesos erosivos, la cual, junto con la precipitación y la cobertura vegetal existente, determinan la mayor o menor afectación del suelo, traducida en pérdida de suelo por arrastre de partículas, conduciendo a la formación de procesos erosivos en sus diferentes formas.

- ✓ El Sub-factor por pendiente **T1** se apoya en lo siguiente:

La interpretación de los diferentes grados de inclinación, expresados en porcentaje, donde se tienen en cuenta las diferentes geoformas del terreno, las cuales están representadas por rangos, según el ángulo de inclinación que presenten, se atribuye un valor a cada una de ellas.

- Quinto criterio: Por su función protectora (F)

Parte de la importancia de protección que los árboles brinda al suelo y de la regulación de procesos (hídricos, biológicos, etc.) expresados a través de los potenciales riesgos con la pérdida de estos afectando la estabilización de taludes o protección de suelos.

Para medir la susceptibilidad del potencial de erosión de un terreno que tiene cobertura vegetal, sea comparada con la pérdida de suelo que pueda suceder. Es una concepción amplia, dado que se relaciona la pérdida de suelo de un terreno que presenta una cobertura uniforme o compleja, con las pérdidas de suelo del mismo terreno cuando está desnudo, objeto de medición.

- ✓ El Sub-factor por función protectoras **F1** se argumenta en lo siguiente:

Las especies se catalogaron teniendo en cuenta las funciones protectoras que ellas brindan al medio urbano, allí se clasificaron basadas en la adaptabilidad de los árboles, arbustos y palmas en cuanto a sus requerimientos climáticos, de emplazamientos y las funciones de estos en el entorno³⁵.

Se tuvo en cuenta las funciones que ellas ejercen sobre el suelo, así mismo se valoraron las variables como control de erosión, estabilización de taludes, protección de cuencas, cuerpos de agua y mejoramiento de suelos y aquellas que a pesar, que brindan funciones ecosistemitas al ambiente, no ejercen una condición de protección óptima para el suelo, pero brindan una regulación climática y control de temperatura que así mismo se le asigno una valoración.

Se tuvieron en cuenta las valoraciones asignadas por la guía del arbolado urbano en donde se le proporcionaba un valor de acuerdo al nivel de importancia que la especie presenta sobre el ambiente y su entorno, en este sub-factor se clasificó y calificó de nuevo teniendo en cuenta las variables más relevantes.

11.2 CUANTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS Y CLASIFICACIÓN DE LOS RANGOS PARA IDENTIFICAR EL FACTOR DE COMPENSACIÓN.

A cada criterio descrito se derivó un sub-factor al cual se valoró teniendo en cuenta los diferentes estados de desarrollo y las distintas especies, así mismo se contemplaron factores externos como el suelo y su cobertura.

- ✓ Sub-factor por Circunferencia a la Altura del Pecho **C1**

Para este sub-factor se realizó la distribución diamétrica para generar 9 clases o intervalos, de los cuales se partió de un DAP mínimo de 9,9 cm \approx 31 cm de CAP y se identificó un rango mínimo y un rango superior, seguidamente a cada CAP se le asignó una calificación partiendo de un valor de 1,00. Ver Cuadro 1.

³⁵ Arbolado Urbano de Bogotá. Identificación, descripción y bases para su manejo. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Primera Edición. Agosto de 2010. ISBN 978-958-9387-60-3

Cuadro 1. Calificación del sub-factor CAP (C1)

Clase Diamétrica	CAP (cm)	Mínimo	Calificación
1	31 a 40	31	1,00
2	41 a 50	40	1,50
3	51 a 60	50	2,00
4	61 a 70	60	2,50
5	71 a 80	70	3,00
6	81 a 90	80	3,50
7	91 a 100	90	4,00
8	101 a 110	100	4,50
9	111 a 120	120	5,00

Fuente: El Autor. 2013

✓ Sub-factor por Altura Promedio **A1**

En este sub-factor se tomo como límite inferior una altura de 1,80 m; hasta individuos de alturas de hasta 50 m; como lo reportan en la caracterización de las especies recomendadas para arborización realizado por el Jardín Botánico de Bogotá³⁶. Así mismo se catalogaron las categorías de tamaño en las que las denominan clases naturales de edad que corresponden a los Latizales (individuos entre 150 y 300 cm de altura) y fustales (individuos con diámetros normales entre 10 y 45 cm).³⁷ Ver Cuadro 2.

Cuadro 2. Calificación del Sub-factor Altura Promedio (A1)

Altura Total	Altura Promedio (m)	Mínimo	Calificación
Latizal	1 a 3	1	1,00
Latizal	3 a 5	4	2,00
Fustal	5 a 10	5	3,00
Fustal	10 a 15	10	4,00
Fustal	15 a 20	15	5,00
Fustal	20 a 25	20	6,00
Fustal	25 a 30	25	7,00
Fustal	30 a 35	30	8,00
Fustal	35 a 40	35	9,00
Fustal	45 a 50	40	10,00

Fuente: El Autor.2013

³⁶ José Celestino Mutis. Jardín Botánico de Bogotá. Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. 2008, p 137

³⁷ Melo Cruz, Omar Aurelio y Vargas Ríos, Op. Cit., p.43

✓ Sub-factor por especies **E1**

En este sub-factor la clasificación de las especies reportadas en el Manual de Silvicultura Urbana,³⁸ se clasificaron de la siguiente manera especies exóticas tipo 1, exóticas tipo 2, Nativas y comunes, Nativas y escasas y especies en vedadas en Bogotá. Ver Cuadro 3.

Llegado el momento de no encontrarse incluida alguna especie dentro del listado del cuadro 3, se entrara a clasificar la especie, teniendo en cuenta las connotaciones proporcionadas en la clasificación del sub-factor por especies **E1**.

Cuadro 3. Clasificación y calificación del sub-factor especies (E1)

Tipo de Especie	Especies	Calificación
Exóticas Tipo 1	Eucalipto común	1,00
Exóticas Tipo 1	Acacia negra	1,00
Exóticas Tipo 1	Acacia baracatinga	1,00
Exóticas Tipo 1	Acacia japonesa	1,00
Exóticas Tipo 2	Caucho de la India	1,75
Exóticas Tipo 2	Eugenia	1,75
Exóticas Tipo 2	Grevilla o Roble australiano	1,75
Exóticas Tipo 2	Liquidámbar	1,75
Exóticas Tipo 2	Magnolio	1,75
Exóticas Tipo 2	Palma fénix	1,75
Exóticas Tipo 2	Sauce	1,75
Exóticas Tipo 2	Falso pimiento	1,75
Exóticas Tipo 2	Jazmín de la china	1,75
Exóticas Tipo 2	Jazmín del cabo	1,75
Exóticas Tipo 2	Mangle de tierra fría	1,75
Exóticas Tipo 2	Brevo	1,75
Exóticas Tipo 2	Calistemo	1,75
Exóticas Tipo 2	Cayeno	1,75
Exóticas Tipo 2	Ciruelo	1,75
Exóticas Tipo 2	Durazno común	1,75
Exóticas Tipo 2	Feijoa	1,75
Exóticas Tipo 2	Holly espinoso	1,75
Exóticas Tipo 2	Holly liso	1,75
Exóticas Tipo 2	Palma coquito	1,75
Exóticas Tipo 2	Palma yuca	1,75
Exóticas Tipo 2	Eucalipto pomarroso	1,75
Nativas y Comunes	Aliso	2,50
Nativas y Comunes	Caucho sabanero	2,50
Nativas y Comunes	Caucho tequendama	2,50
Nativas y Comunes	Cerezo	2,50

³⁸ José Celestino Mutis. Op. Cit p. 64-131

Tipo de Especie	Especies	Calificación
Nativas y Comunes	Guayacan de manizales	2,50
Nativas y Comunes	Hojarasco	2,50
Nativas y Comunes	Sangregado	2,50
Nativas y Comunes	Alcaparro doble	2,50
Nativas y Comunes	Amarrabollo	2,50
Nativas y Comunes	Carbonero	2,50
Nativas y Comunes	Cedrillo	2,50
Nativas y Comunes	Cucharo	2,50
Nativas y Comunes	Duraznillo	2,50
Nativas y Comunes	Mano de oso	2,50
Nativas y Comunes	Abutilón	2,50
Nativas y Comunes	Alcaparro enano	2,50
Nativas y Comunes	Carbonero rojo	2,50
Nativas y Comunes	Chicalá	2,50
Nativas y Comunes	Chilco	2,50
Nativas y Comunes	Dividivi de tierra fría	2,50
Nativas y Comunes	Gurrubo	2,50
Nativas y Comunes	Hayuelo	2,50
Nativas y Comunes	Higuerillo	2,50
Nativas y Comunes	Sauco	2,50
Nativas y Comunes	Trompeto	2,50
Nativas y Comunes	Laurel huesito	2,50
Nativas y Comunes	Tomatillo	2,50
Nativas y Comunes	Urapan o fresno	2,50
Nativas y Escasas	Cedro	3,25
Nativas y Escasas	Nogal	3,25
Nativas y Escasas	Pino chaquiro	3,25
Nativas y Escasas	Cajeto	3,25
Nativas y Escasas	Corono	3,25
Nativas y Escasas	Gaque	3,25
Nativas y Escasas	Laurel de cera	3,25
Nativas y Escasas	Mortiño	3,25
Nativas y Escasas	Raque	3,25
Nativas y Escasas	Siete cueros	3,25
Nativas y Escasas	Tibar	3,25
Nativas y Escasas	Yarumo	3,25
Nativas y Escasas	Arrayán	3,25
Nativas y Escasas	Chocho	3,25
Nativas y Escasas	Ciro	3,25
Nativas y Escasas	Espino	3,25
Nativas y Escasas	Platano de tierra fría	3,25
Nativas y Escasas	Endrino	3,25
En Veda	Palma de Cera	4,00
En Veda	Roble	4,00

Fuente: El Autor. 2013

✓ Sub-factor por pendiente **T1**

En este sub-factor se clasificaron los tipos de pendiente existentes en cualquier tipo de región, estas se representaron por porcentajes (%) para mayor manejo en la toma de los datos que realizan los técnicos de campo, sin embargo a cada una de ellas se catalogo con nombre para mayor manejo y a cada una de ellas se le asigno una calificación en forma ascendente de acuerdo al aumento de la pendiente. Ver Cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación y calificación del sub-factor pendiente (T1)

Pendiente	% de pendiente	Calificación
0 a 3	Plano	1,00
4 a 7	Ligeramente Ondulado	3,40
8 a 12	Ondulado	6,80
13 a 25	Quebrado	10,20
26 a 50	Fuertemente Quebrado	13,60
51 a 75	Escarpado	17,00
Exclusión	Fuertemente Escarpado	20,40

Fuente: El Autor. 2013

✓ Sub-factor por función protectora **F1**

En este sub-factor se realizo una clasificación y calificación de las especies teniendo en cuenta la función que cumple en el entorno urbano y al hábitat, en donde se plantearon seis (6) escalas de valoración que tienen una calificación de 2,50 a 1, en donde similar a las demás calificaciones de los sub-factores el mayor valor representa el nivel de importancia del criterio descrito. Ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación y calificación de las especies según su función protectora

Calificación	Criterio de Evaluación
2,50	Control de erosión, estabilización de taludes, protección de cuencas y cuerpos de agua y mejoramiento de suelos.
2,16	Captación de dióxido de carbono CO2
1,87	Atenuación o minimización de partículas, vientos, vectores y olores
1,58	Regulación climática y control de temperatura
1,29	Provisión de nicho, hábitat y alimento para la fauna
1,00	Aporte productivo de madera, leña, medicinas, tinturas, artesanías, frutos, forraje, empleo e ingreso.

Fuente: El Autor. 2013

De acuerdo a la especie se le asigno una calificación teniendo en cuenta la función protectora del cuadro anterior, obteniendo una nueva clasificación para

cada especie según esta brinde una buena condición al ambiente urbano. Ver cuadro 6

Cuadro 6. Clasificación y calificación del sub-factor función protectora (F1)

Especies	Calificación según las funciones
Palma de Cera	1,58
Pino chaquiro	1,58
Caucho de la India	1,87
Caucho tequendama	1,58
Cerezo	1,00
Grevilla o Roble australiano	2,16
Hojarasco	1,29
Liquidámbar	1,58
Palma fénix	1,58
Alcaparro doble	2,16
Carbonero	1,29
Cedrillo	1,00
Corono	1,29
Duraznillo	1,29
Falso pimiento	2,16
Gaque	1,58
Jazmín de la china	1,58
Mano de oso	2,16
Mortiño	1,00
Raque	1,58
Siete cueros	1,87
Tibar	1,87
Yarumo	1,58
Abutilón	1,00
Alcaparro enano	1,00
Brevo	1,29
Calistemo	1,29
Carbonero rojo	1,29
Cayeno	1,00
Chicalá	1,87
Ciro	2,16
Ciruelo	1,29
Durazno común	1,29
Fejoa	1,29
Holly espinoso	1,29
Holly liso	1,58
Palma coquito	1,58
Palma yuca	1,29
Platano de tierra fría	1,29

Especies	Calificación según las funciones
Sauco	1,29
Trompeto	2,16
Endrino	1,29
Eucalipto pomarroso	1,58
Laurel huesito	1,58
Tomatillo	1,29
Eucalipto común	1,29
Aliso	2,50
Cedro	2,50
Nogal	2,50
Roble	2,50
Caucho sabanero	2,50
Eugenia	2,50
Guayacan de manizales	2,50
Magnolio	2,50
Sangregado	2,50
Sauce	2,50
Amarrabollo	2,50
Cajeto	2,50
Cucharo	2,50
Jazmín del cabo	2,50
Laurel de cera	2,50
Mangle de tierra fría	2,50
Arrayán	2,50
Chilco	2,50
Chocho	2,50
Dividivi de tierra fria	2,50
Espino	2,50
Gurrubo	2,50
Hayuelo	2,50
Higuerillo	2,50
Urapan o fresno	2,50
Acacia negra	2,50
Acacia baracatinga	2,50
Acacia japonesa	2,50

Fuente: El Autor. 2013

11.3 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

Como se pudo evidenciar anteriormente cada sub-factor se le asigno diferentes escalas de calificación de acuerdo a las variables que lo conforman, en donde se logro alcanzar una identificación y clasificación de los sub-factores más representativos, sin embargo para brindar un mayor peso o relevancia a cada sub-factor sobre los demás, se asigna un porcentaje de importancia o relevancia a cada sub-factor para obtener el FACTOR DE COMPENSACION del recurso flora afectado, aprovechado o utilizado:

$$F_c = (C1 * 20\%) + (A1 * 10\%) + (E1 * 25\%) + (T1 * 5\%) + (F1 * 40\%)$$

F_c = Factor de compensación

C1 =Sub-factor circunferencia a la altura del pecho

A1 =Sub-factor altura promedio

E1 =Sub-factor especies

T1 =Sub-factor pendiente

F1 =Sub-factor función protectora

Teniendo en cuenta los porcentajes asignados según el nivel de importancia dado a cada sub-factor tenemos que el mayor factor de compensación a suministrar por especie talada o cortada es de cinco (5) y el mínimo factor teniendo en cuenta los niveles de importancia es uno (1).

11.4 CÁLCULO DE LA FÓRMULA PARA LA COMPENSACIÓN FORESTAL EN ZONAS URBANAS

Para el cálculo de la compensación forestal es necesario inicialmente incluir el número de árboles de la misma especie al cual fueron objeto de tala, este valor será multiplicado por el factor de compensación y el resultado final, será el número de individuos a compensar por especie, a lo cual se propone la siguiente formula de compensación forestal para zonas urbanas.

$$CF = Ae * Fc$$

CF: Compensación en número de individuos representativos

Ae: Número de árboles por especie talados

Fc: Factor de compensación

11.5 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

Teniendo en cuenta las formulas propuestas, a continuación se presenta un ejemplo práctico para mostrar la aplicación en el contexto actual en Bogotá.

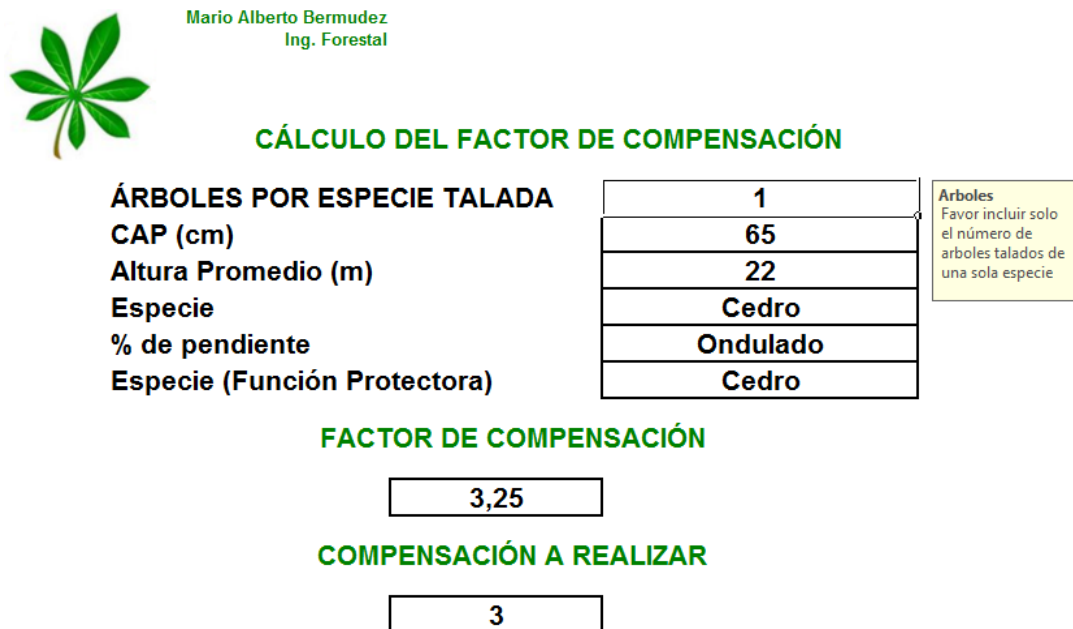
Una persona natural desea realizar una construcción en un área en donde se encuentra un (1) árbol de la especie cedro (*Cedrela montana*) y de acuerdo al informe planteado por el técnico de campo que realizó la valoración, se tomaron los siguientes parámetros:

- a) Número de árboles a talar: 1
- b) Los CAP promedios del árbol: 65 cm
- c) La Altura del árbol promedio: 22 m
- d) La especie evaluada: Cedro
- e) Los arboles se encuentran en una topografía: Ondulada

Iniciamos el cálculo de la compensación por la tala del Cedro así:

Paso 1: Ingresar el número de árboles por especie talada

Figura 2. Paso 1 ingreso del número de árboles



Fuente: El Autor 2013

Paso 2: Ingresar la medida del CAP en cm tomada en campo del árbol a talar

Figura 3. Paso 2 ingreso del CAP en cm del árbol



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	1
CAP (cm)	65
Altura Promedio (m)	22
Especie	Cedro
% de pendiente	Ondulado
Especie (Función Protectora)	Cedro

CAP
Ingresa el CAP entre 31 a 65 cm. Solo el numero entero sin decimales

FACTOR DE COMPENSACIÓN

3,25

COMPENSACIÓN A REALIZAR

3

Fuente: El Autor 2013

Paso 3: Ingresar la altura registrada en los tipos de hipsómetros basados en principios geométricos y trigonométricos, utilizados frecuentemente para la medición de alturas en árboles o puedes ingresar la altura estimada.

Figura 4. Paso 3 ingreso de la altura del árbol



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	1
CAP (cm)	65
Altura Promedio (m)	22
Especie	Cedro
% de pendiente	Ondulado
Especie (Función Protectora)	Cedro

Altura del Árbol
Ingresa una altura entre 3 a 50 m. Solo la Altura Total sin decimales

FACTOR DE COMPENSACIÓN

3,25


COMPENSACIÓN A REALIZAR

3

Fuente: El Autor 2013

Paso 4: Se elige la especie a la cual es objeto de la tala y su compensación, esta especie la eliges de una lista desprendible en esta ventana.

Figura 5. Paso 4 Elige la especie a talar o talada



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	1	Especie Elige la especie que fue talada
CAP (cm)	65	
Altura Promedio (m)	22	
Especie	Cedro	
% de pendiente	Ondulado	
Especie (Función Protectora)	Cedro	

FACTOR DE COMPENSACIÓN

3,25


COMPENSACIÓN A REALIZAR

3

Fuente: El Autor 2013

Paso 5: Eliges de una lista desprendible el tipo de pendiente en donde se encontraba la especie talada.

Figura 6. Paso 5 eliges la pendiente del terreno



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	1	Pendiente Elige el tipo de pendiente en donde se encontraban los arboles talados
CAP (cm)	65	
Altura Promedio (m)	22	
Especie	Cedro	
% de pendiente	Ondulado	
Especie (Función Protectora)	Cedro	

FACTOR DE COMPENSACIÓN

3,25


COMPENSACIÓN A REALIZAR

3

Fuente: El Autor 2013

Paso 6: Eliges de la lista desprendible la especie objeto de tala y esta representará a través de una calificación la importancia de función protectora

Figura 7. Paso 7 eliges de nuevo la especie



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	1	Función Protectora Elige de la lista la especie talada
CAP (cm)	65	
Altura Promedio (m)	22	
Especie	Cedro	
% de pendiente	Ondulado	
Especie (Función Protectora)	Cedro	

FACTOR DE COMPENSACIÓN

3,25


COMPENSACIÓN A REALIZAR

3

Fuente: El Autor 2013

Paso 7: Observamos en el numero 1 el factor de compensación y así mismo evidenciamos en el número 2 la compensación a realizar por esta especie a talar o talada.

Figura 8. Calculo del factor de compensación y su compensación



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	1	Función Protectora Elige de la lista la especie talada
CAP (cm)	65	
Altura Promedio (m)	22	
Especie	Cedro	
% de pendiente	Ondulado	
Especie (Función Protectora)	Cedro	

FACTOR DE COMPENSACIÓN

3,25

1

COMPENSACIÓN A REALIZAR

3

2

Fuente: El Autor 2013

Figura 9. Alerta de la formula



Mario Alberto Bermudez
Ing. Forestal

CÁLCULO DEL FACTOR DE COMPENSACIÓN

ÁRBOLES POR ESPECIE TALADA	2
CAP (cm)	45
Altura Promedio (m)	15
Especie	Caucho de la India
% de pendiente	Ligeramente Ondulado
Especie (Función Protectora)	Caucho de la India

FACTOR DE COMPENSACIÓN

2,16

COMPENSACIÓN A REALIZAR

4

Fuente: El Autor 2013

Nota: Cuando la compensación sobrepasa el valor de 4 la celda se colorea de rojo para informar que la compensación es importante para su seguimiento, la compensación está directamente relacionada al número de árboles a talar.

Para nuestro ejemplo inicial la compensación a realizar por la tala del Cedro es de 3 individuos, lo que podríamos representarla en 1:3, por cada individuo talado tres compensados y estos el usuario tendría que sembrar en algún lugar identificado de la ciudad.

Ahora bien, representamos la compensación en dinero la cual por un árbol a compensar actualmente sin ningún descuento por riesgo es de \$958.220 pesos mcte, entonces por los tres (3) arboles a compensar el pago de la compensación representados IVP calculado es de \$ 2.874.661pesos mcte, los cual se irían al Fondo Cuenta de Gestión Ambiental.

12. CONCLUSIONES

- ✓ Se logaron enfocar e interpreta los criterios necesarios para llegar a definir el factor de compensación, identificando la clase diamétrica, la altura total del individuo, la clase de especie vegetal, la pendiente del terreno y la función protectora de la especie en el ecosistema.
- ✓ Se formuló la cuantificación de los criterios teniendo en cuenta una clasificación de las variables que conforman el sub-factor, proponiendo rangos de calificación que estuvieron del orden de 1 a 5 para identificar finalmente el factor de compensación.
- ✓ Se determino el factor de compensación, en donde para su cálculo definitivo se le asigno un nivel de importancia representado en porcentajes, para esto se tuvo en cuenta cuales sub-factores representan más peso al ecosistema y en donde el sub-factor de la función protectora de la especie se le asignó el mayor porcentaje representado en el 40%.
- ✓ El factor de compensación está representado en cinco (5) criterios, con un puntaje mínimo posible de uno (1) y un puntaje máximo posible de cinco (5), en donde esta derivado de multiplicar todos los sub-factores entre si y en donde se encuentran influenciados según el porcentaje de importancia asignado.
- ✓ Se propuso una metodología para calcular la compensación, en la cual está representada en una fórmula para cuantificar la compensación forestal en zonas urbanas, esta fórmula es la multiplicación directa del número de individuos talados por especie por el factor de compensación.
- ✓ Esta metodología soporta la inclusión o disminución del número de individuos a plantar o a retribuir, como medida de compensación forestal.
- ✓ La metodología puede ser base para el cálculo, en medios económicos (IVP) que puede representar la compensación forestal para un usuario que solicite la tala o poda de algún individuo para beneficio propio.
- ✓ Los criterios y factores que se consideraron para desarrollar esta metodología, están enfocados en un sentido conservacionista, en donde se le proporciono mayor peso a la función protectora que ejerce la especie al medio ambiente urbano (aire, suelo, cobertura vegetal, etc.) y como consecuencia de esto se puede partir para considerar una valoración económica de este recurso.

- ✓ Se considera que los servicios y bienes de protección que presta la cobertura arbórea vegetal objeto del futuro aprovechamiento, requieren de una buena compensación forestal y no de una estimación sujeto a criterios del propio evaluador del impacto.
- ✓ De acuerdo al documento realizado y asociado a la normatividad vigente se plantea, que en el decreto 531 de 2010, en su capítulo VI en donde se habla de la compensación por tala del arbolado urbano, artículo 20 párrafo f) *“.....menciona que la compensación fijada en individuos vegetales plantados -IVP-, se liquidará teniendo en cuenta el número de individuos autorizados para tala.”*

La propuesta a considerar en la liquidación en IVP no sería el número de individuos autorizados para tala, se considerarían teniendo en cuenta los individuos a compensar por los individuos talados. En nuestro ejemplo la compensación por la tala del Cedro con la normatividad actual vigente es de 1:1, un individuo talado, un individuo representado en IVP es de \$ 958.220 pesos mcte, con la propuesta y teniendo en cuenta la metodología planteada sería de 1:3, por un individuo que tala o tumba tengo que compensar 3 y en IVP esta compensación sería de \$ 2.874.661 pesos mcte, por que estaría pagando el servicio ambiental que este individuo me brinda y su importancia de poder o sembrar tres individuos para aumentar nuestra población, o para hacer el mantenimiento a tres individuos que lo necesitan.

- ✓ La propuesta metodológica la podría implementar el técnico de campo después de la visita realizada al lugar de la tala y después de haber recolectado la información necesaria para ingresarla a la fórmula y obtener mi compensación física o representada en IVP.

13.RECOMENDACIONES

Se recomienda que para futuros estudios relacionados en el tema de compensación forestal en zonas urbanas se contemplen criterios como la cobertura aérea o copas de la vegetación en función del porcentaje del área cubierta que poseen los individuos, la altura media de los doseles respecto a la superficie del suelo, el efecto de las lluvias sobre el suelo cubierto por hierbas o pastos, la agresividad de las lluvias y el piso altitudinal en donde se quiera aplicar la formula de compensación.

Se recomienda trabajar en mejorar el modelo dinámico en otra clase de programa que pueda brindar un nivel de confiabilidad y seguridad de los valores establecidos en cada una de las pestañas, para que no puedan tener acceso a los valores primarios para el cálculo y no alterar los datos.

Se recomienda para brindarle una mayor validación y confiabilidad a la metodología y a la formula de compensación, se realice una corrida con registros establecidos de compensación anteriores, para evidenciar si la compensación establecida por la formula se acerca a lo real o necesita de su ajuste respectivo.

BIBLIOGRAFIA

Baptista, S. R. (2008). *Forest recovery and just sustainability in the florianopolis city-region*. Rutgers The State University of New Jersey - New Brunswick). *ProQuest Dissertations and Theses*, Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/304520275?accountid=49777>

Brienen, R.; Zuidema, P 2003. Anillos de crecimiento de árboles maderables en Bolivia: Su potencial para el manejo de bosques y una guía metodológica. Riberalta, Bolivia. PROMAB. 33 p.

Carlos Javier Velásquez Muñoz. La Protección del Medio Ambiente Urbano en la Unión Europea. *Revista de Derecho*. Nº 24, Barranquilla, 2005. ISSN: 0121-8697

Carreño Cadena H. Agosto 2010. En: Arbolado Urbano de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá, D.C; Secretaria Distrital de Ambiente, SDA. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. ISBN No. 978-958-9387-60-3. Primera edición. Agosto de 2010.

Centro de Documentación Legal Municipal. Alcaldía Municipal de San Salvador. Ordenanza para la protección del patrimonio arbóreo del municipio de San Salvador. Octubre de 2010. Publicado en el Diario Oficial Nº 107, Tomo 391, del 09 de junio del 2011. P 19.

Concejo Metropolitano de Quito. Ordenanza Metropolitana No. 0282. Informe No. IC-O-2013-249 de 10 de septiembre de 2013, expedido por la Comisión de Propiedad y Espacio Público.

CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA, Segunda edición corregida. Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991. Art.8, 79, 80.

FAO 2004. Sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Land and Water Discussion Paper 3. Roma: FAO.

_____Unaslyva No. 15. Silvicultura urbana: Ciudades, árboles y población. <http://www.fao.org/docrep/s1930s01.htm#editorial:%20ciudades,%20árboles%20y%20población>.

Grupo Técnico Comisionado. 2007. Criterios para el cálculo de la compensación por afectación de la cobertura vegetal en proyectos sujetos a licencia ambiental. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.

Hobbie, S.E.; D.B. Jensen y F.S. Chapin. 1994. "Resource Supply and Disturbance as Controls over Present and Future Plant Diversity". *Biodiversity and Ecosystem Function*.

Jordan CF, C Uhl. 1978. Biomasa of a "tierra firme" forest of the Amazon Basin. *o Ecologia Plantarum* 13(4): 387-400.

Jardín Botánico José Celestino Mutis. 2008. Manual de silvicultura urbana para Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá: Subdirección Técnica Operativa: Programa de Arborización. Bogotá D.C.

José Celestino Mutis. Jardín Botánico de Bogotá. Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. 2008, p 137

Ley N° 3.263 del 26 de noviembre de 2009. Buenos Aires.

Ley 8 del 26 de diciembre 2005. Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid. Noticias judiciales. Disponible en la Web <http://tienda.juridicas.com/>

LEMA, A. 1995. Dasimetría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Pp. 252- 304.

Loidi, J. (2008). La fitosociología como proveedora de herramientas de gestión. *Lazaroa*, 29, 7-17. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/217780890?accountid=49777>

López Giulliana. 2011. El Ambiente. www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/.../el_ambiente.pdf

Manual Para La Asignación De Compensaciones Por Pérdida De Biodiversidad. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección De Bosques, Biodiversidad Y Servicios Ecosistémicos. República de Colombia. 2013.

Marfo, E., Acheampong, E., & Opuni-Frimpong, E. (2013). Fractured tenure, unaccountable authority, and benefit capture: Constraints to improving community benefits under climate change mitigation schemes in Ghana. *Conservation and Society*, 10(2), 161-172. doi: 10.4103/0972-4923.97488

Melo Cruz, Omar Aurelio y Vargas Ríos, Rafael Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002/ 235 P 222. ISBN 956-9243-03-07.

Música, M., de Lucio, J.V., Martínez, C., Sastre, P., Atauri, J.A. y Montes, C. 2002. Análisis de sistemas de coordinación territorial de espacios naturales protegidos.

EUROPARC-España, Fundación Fernando González Bernáldez, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. En prensa.

Omar A. y Rafael Vargas R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué 2003. P 72

Pagiola, S., J. Bishop, and N. Landell-Mills, eds. 2002. Selling forest environmental services. Market-based mechanisms for conservation and development. London & Sterling: Earthscan. En: Recopilación, evaluación y análisis de los instrumentos económicos y tributarios existentes en materia ambiental. Disponible en la World Wide

Web: <http://www.andesco.org.co/site/assets/media/PUBLICACIONES/Informe%20-%20Instrumentos%20econ%C3%B3micos%20y%20financieros%20ambientales%20.pdf>

Redford, K.H. 1993. "Biodiversidad: hacia una agenda efectiva para su conservación". *Ambiente y Desarrollo* Vol. IX, 2: 67-73

Remolina, Fernando. Análisis de conectividad para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá en el contexto urbano y periurbano. *Revista Pérez Arbelaezia* No. 16. Bogotá. 2005

Rubinfeld, J. (1993). Usings. *The Yale Law Journal*, 102(5), 1077-1077. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/198458355?accountid=49777>

Santiago JM Del Pozo Donoso. Arboricultura Urbana. Universidad de Chile. [Citado 02 de Septiembre de 2011]. Disponible en la World Wide Web: http://arboriculturaurbana.blogspot.com/2011_09_01_archive.html

Sprugel DG. 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. *Ecology* 64(1): 209-210.

Wealth of nature. (1992, Jan 18). *The Economist*, 322, 67-67. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/224139620?accountid=49777>

Yoshikawa, M., Motoki, Y., Hibino, G., Takeuchi, K., Hanaki, K., Arai, S., . . . Inoue, T. (2011). Global-scale quantitative assessment for biodiversity on forest land use: Applying the global no net loss approach. *Sustainability Science*, 6(2), 169-175. doi: 10.1007/s11625-011-0128-2