

**PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PREDIO “SAN IGNACIO”
EN EL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ**

**LUIS FERNANDO VIÑA LEONARDI
COD: 20800197**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
ESPECIALIZACION EN ALTA FERENCIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECÓNICAS
CAJICÁ
2019**

1. Descripción del problema

La degradación y destrucción de muchos ecosistemas en el mundo, ha acelerado la crisis ambiental debido a la reducción rápida de los múltiples servicios ambientales que prestan los ecosistemas, como producción de agua, fijación de CO₂, productividad del suelo, biodiversidad, coberturas que previenen erosión, etc. Las tasas de destrucción de todos los ecosistemas continúan ocurriendo apresuradamente y van en aumento, debido a prácticas agrícolas, ganaderas, industriales y de explotación no sostenibles, con el agravante que muchos ecosistemas tendrán variaciones desfavorables para la humanidad con el cambio climático global. (RÍOS, s.f.)

En Colombia, La pérdida de la cobertura vegetal incrementa las tasas de erosión, reduce la capacidad de retención de agua lluvia e incrementa la sedimentación, lo cual produce grandes inundaciones anuales en las cuencas bajas de los grandes ríos. La combinación de erosión y siembra de plantaciones forestales de especies introducidas ha producido una mayor desecación de los suelos y pérdida de las fuentes de agua. La perturbación de los ecosistemas promueve la invasión de especies exóticas de gran poder de regeneración, que acumulan gran cantidad de biomasa y aumentan las frecuencias de fuegos naturales y antrópicos, impidiendo la regeneración natural de los ecosistemas. (Orlando, 2007).

Es así que las plantaciones o bosques forestales con especies exóticas o introducidas comienzan en Colombia hacia la mitad del siglo pasado con la expectativa que fuera otra fuente de ingresos dentro de la economía nacional donde se pretendía transformar al país en potencia forestal, pero que al mismo tiempo fueron usados como estrategia en proyectos y programas de recuperación y reforestación de bosques como en la recuperación de páramos degradados e

intervenidos. El resultado de esta política ambiental y económica durante el periodo comprendido entre 1940 a 1996 fué la disminución de la cobertura de bosques naturales con y un rápido aumento de las plantaciones forestales de rápido crecimiento (Orlando, 2007).

En Tocancipá se han adquirido 55 predios de interés ambiental e importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico que surten de agua a acueductos veredales y urbanos, es decir son predios que tienen la función de regular el agua, trece (13) de estos predios que equivalen a 46 hectáreas aproximadamente presentan en su totalidad plantaciones de especies exóticas en su gran mayoría con especies como el pino pátula y eucaliptos respectivamente.

Aunque estos predios equivalen únicamente al 23% del total de los predios de interés hídrico, presentan el 90% de las plantaciones de especies exóticas en zonas sobre los 2800 msnm, en ecosistemas de protección y de vital importancia para la regulación del recurso hídrico, es así que se convierte de vital importancia contemplar la factibilidad de implementar un plan de restauración ecológica que permita no solo el aprovechamiento forestal de las especies exóticas, sino la recuperación técnica de estos terrenos con la repoblación con especies árboles nativas de la zona, para así garantizar la regulación hidrológica en estas zonas.

2. Pregunta general

¿Se requiere la implementación de un plan de restauración ecológica en el predio “San Ignacio” sembrado en especies exóticas ubicado en zona de protección ambiental y de importancia estratégica en el municipio de Tocancipá?

2.1. Preguntas específicas

1. ¿la implementación de un plan de restauración ecológica permitirá la recuperación del predio degradado por la plantación de especies exóticas en el municipio de Tocancipá?
2. ¿Calcular los costos del aprovechamiento forestal y de la restauración ecológica me permitirá saber si es viable su implementación por parte del municipio de Tocancipá?
3. ¿la definición correcta del tipo de restauración ecológica podría garantizar la recuperación de la zona degradada por la plantación forestales exótica en el predio?

3. Objetivo

Proponer un plan de restauración ecológica en el predio “san Ignacio” ubicado en zonas de protección ambiental y de importancia estratégica en el municipio de Tocancipá.

3.1. Objetivos Específicos

1. Caracterizar físicamente y realizar inventario forestal en el predio “san Ignacio” plantado con especies exóticas en el municipio de Tocancipá.
2. Calcular los costos de la implementación del plan de restauración en el predio “san Ignacio”, cultivado con especies exóticas en el municipio de Tocancipá

3. Proponer técnicamente cual es el tipo de restauración ecológica aplicable a la recuperación del predio “san Ignacio” ubicado en zonas de importancia estratégica invadidas con vegetación exótica en el municipio de Tocancipá.

4. Justificación:

La restauración ecológica es hoy en día una de las técnicas más usadas en los procesos de recuperación de los diferentes ecosistemas alterados o degradados entrópicamente, para el caso específico de la recuperación de ecosistemas que son degradados por la implementación de plantaciones forestales con especies exóticas, resulta viable y adecuado el pensar en implementar un plan de restauración ecológica, para reforestar esas zonas con especies nativas por el valor ecosistémico que estas ofrecen al medio ambiente y en la regulación del recurso hídrico.

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido. En otras palabras, la restauración ecológica es el esfuerzo que en la práctica se hace por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer ecosistemas nativos de una región (CAMACHO, 2015).

En este orden de ideas, la restauración ecológica debe consolidarse como una estrategia que permita la recuperación y restablecimiento de las funciones de los ecosistemas que se encuentran en algún grado de deterioro, con el fin de evitar la presión que puedan ejercer las actividades humanas sobre las áreas de interés ecológico, en este caso en los principales predios con plantaciones de especies exóticas en el municipio de Tocancipá.

la formulación del modelo de restauración ecológica que se pretende plantear en la presente investigación busca la recuperación ecosistémica, de los bosques de especies exóticas,

devolviéndoles a estas zonas alteradas entrópicamente las características originales, encaminadas principalmente a la conservación del recurso hídrico para la región además de crear alternativas de desarrollo sustentable para la comunidad.

Los directos beneficiados al llevarse a cabo la restauración ecológica en estos terrenos, al estar ubicados en zonas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico, son los habitantes del municipio de Tocancipá, toda vez que se plantea la recuperación de más de nueve hectáreas con la plantación de especies nativas, restaurando así áreas degradadas y garantizando la conservación y aumento de caudales ecológicos, surtiendo de agua acueductos veredales y urbanos del municipio.

Otro problema que se pretende resolver al recuperar e implementar el plan de restauración ecológica es la de disminuir el riesgo de erosión del suelo e incendios forestales que causan las plantaciones de especies exóticas en zonas de protección y de importancia estratégica, ya que este tipo de plantaciones no son aptas para este tipo de ecosistemas, presentes en el municipio, ante esta situación, el manejo de ecosistemas a través de conservación y restauración ecológica toma fuerza cada día como solución para revertir procesos de degradación de ecosistemas y pérdida acelerada de biodiversidad.

5. Marco De Referencia

Con el marco referencial se pretende poner en contexto el documento con relación a la literatura concerniente a la restauración ecológica de áreas degradadas.

5.1. Marco teórico

5.1.1 Restauración ecológica:

Los diferentes esfuerzos encaminados a la conservación se han orientado principalmente a través del tiempo en la conservación y protección de zonas cuya cobertura vegetal no ha sido radicalmente alterada por procesos o actividades propias del hombre o antrópicas como se suelen conocer; no obstante durante las últimas décadas y como consecuencia del cambio en el uso del suelo en grandes extensiones de tierra a nivel mundial, los intentos por conservar se han encaminado cada vez más hacia la recuperación natural y la restauración ecológica de los ecosistemas perturbados, cambiados o degradados a fin de restaurar o recomponer la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en estas zonas (Blandón & Suárez, 2014). Por lo tanto, la recuperación de áreas degradadas por la implementación de especies exóticas por medio de la restauración de ecosistemas es un trabajo que debe realizarse a fin de devolver íntegramente la funcionalidad de los ecosistemas disminuyendo el escenario de la pérdida de biodiversidad como los servicios ecosistémicos que pueden ofrecer las plantaciones con especies nativas en nuestro territorio. A partir de la noción anterior se debe entender claramente que es ¿qué es la restauración ecológica? Para ello se revisa los axiomas o postulados expresados por la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) define la restauración ecológica como el proceso para ayudar a la recuperación de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (Murcia & Guariguata, 2014).

Según la entidad el objetivo final de la restauración ecológica es recuperar los atributos esenciales y acercarse a lo que era el ecosistema originalmente lo que le da su identidad al mismo que definen el ecosistema y le dan su identidad al mismo (p. ej. su composición, estructura y función), y que de alguna forma influyen en la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos que este provee o en el caso de la restauración en plantaciones con especies forestales exóticas, lo que debiera proveer esta mismo postulado se encuentra respaldado en lo expresado por (Murcia & Guariguata, 2014).en su libro la restauración ecológica en Colombia.

Continuando con la disertación la restauración ecológica debe verse como un tipo de manejo de ecosistemas y como tal, en la fase de implementación no sólo inciden criterios de carácter ecológico, sino también debe de verse desde el punto de vista económico, social y cultural, entre otros, toda vez que no solo la degradación de ecosistemas trae consigo el componente técnico, sino que a su vez debe analizarse las consecuencias de tipo social y económico que trae implícita esta problemática ambiental (Orlando, 2007).

Por último, en la literatura inglesa especializada se encuentran tres términos comúnmente utilizados para referirse a actividades relacionadas con la recuperación de ecosistemas: restauración, rehabilitación y reclamación (o reemplazo).

Si bien buena parte de las definiciones introducen la idea de reversar o redirigir el desarrollo de un ecosistema a una condición más favorable a través de una activa intervención humana (RÍOS, s.f.), el significado no es el mismo, y los tres términos son usados de manera diferente según el caso en que requieran ser usados.

5.2.2. La restauración ecológica como estrategia ante el cambio climático

Tanto el presente como el futuro traen consigo la imperiosa necesidad de restaurar ecológicamente la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas en áreas de gran extensión, como principal o única forma de garantizar el valor visto como capital natural para las generaciones recientes como para las futuras; transformando y acogiendo la restauración ecológica en una de las respuestas más importantes ante las consecuencias cada vez más desastrosas del cambio climático toda vez que estas actividades ayudan entre otras cosas al balance de carbono en forma razonable y favorable (Blandón & Suárez, 2014)

5.2.3. Antecedentes de restauración ecológica:

La llamada restauración ecológica no tiene sus comienzos en las ciencias agronómicas, forestales o agroforestales directamente, su orientación sistémica se puede enmarcar en las raíces de la ecología, la cual se da a conocer como ciencia a finales del mismo siglo XIX y comienzos del siglo XX respectivamente, siendo Aldo Leopold uno de sus principales exponentes quien era silvicultor, ecólogo y ambientalista estadounidense, quien sugiere durante sus diferentes trabajos nuevas formas de intervenir en el medio ambiente cuando afirma en el año 1949 que se debe “tratar la tierra como un conjunto de partes interdependientes que interaccionan entre sí” (CAMACHO, 2015). A Leopold se le atribuye la creación de la matriz que lleva su nombre para la calificación e identificación de impactos ambientales más usada hoy en día en diferentes trabajos, obras, actividades y proyectos como herramienta fundamental de gestión ambiental.

No obstante, es hasta finales del siglo XX que la restauración ecológica se da a conocer como ciencia, al mismo tiempo con la llamada biología de la conservación, que se concretó en la década de 1980 como respuesta a la pérdida de biodiversidad, dando lugar en el año 1988 a la “formación de la Sociedad para la Restauración Ecológica y Gestión (SERM), que posteriormente se convirtió en la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER)” hecho que conlleva al encuentro formal entre ecólogos interesados en el estudio de la recuperación de áreas o zonas degradadas junto con técnicos de la restauración ecológica (CAMACHO, 2015). Es desde entonces donde se puede evidenciar, que ya existen grupos conformados a nivel mundial e interdisciplinarios con el objetivo de estudiar y aportar a la implementación y uso de la restauración ecológica, como una de las técnicas más relevantes hoy en día, para la recuperación de los diferentes ecosistemas que necesiten de su implementación.

En 1951, el Congreso de la República aprobó la Ley 4, que decretó de utilidad pública una zona aledaña al río Otún y sus afluentes (en el municipio de Pereira, Risaralda) y ordenó destinarla exclusivamente a la repoblación forestal o a la formación de bosques industriales. El objetivo era asegurar el suministro de agua al municipio de Pereira y alrededores, este proceso se llevó a cabo en 840 hectáreas, donde se plantaron especies exóticas y nativas, hoy día esa área plantada hace parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Los Nevado, lo que la convierte en una zona de importancia estratégica para la regulación del recurso hídrico de la cuenca del río Otún. (Murcia & Guariguata, 2014)

El tema de la restauración ecológica en Colombia se empezó a desarrollar como tal a mediados de la década de los noventa, desde organizaciones gubernamentales y académicas, fue

promovido mediante cursos y seminarios impartidos por varias organizaciones a nivel nacional, regional y local. (CAMACHO, 2015)

Sumado a las iniciativas anteriores Desde el 2006, surge en Colombia, la Estrategia Nacional de Restauración Ecológica Participativa (REP) del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, cuyo aporte principal es encaminado a la inclusión de la participación de la comunidad para cumplir los objetivos de mejoramiento de las condiciones de estado de las Áreas Protegidas, (CAMACHO, 2015), esto a través de la implementación de actividades y acciones de restauración ecológica, principalmente en la adaptación a cambios globales para cumplir objetivos de conservación de la diversidad biológica más representativa del país.

5.2.4. Funciones que cumplen las plantaciones en el sistema natural

Inicialmente, el objetivo principal de establecer plantaciones exóticas en la Sabana de Bogotá, caso particular Tocancipá y en otros lugares de Colombia, era el de recuperar áreas deforestadas desde la época de la conquista, con especies de crecimiento rápido, y que no necesitaran de mucho mantenimiento durante su etapa de crecimiento y casi hasta alcanzar su tamaño ideal en cuanto altura y ancho de su tronco para su aprovechamiento. Dichas especies principalmente han sido coníferas europeas y norteamericanas, comúnmente las familias de los pinos, eucaliptos, acacias, urapanes, entre otras (HSICA).

5.2.5. Plantaciones Forestales en Colombia

Las plantaciones forestales de especies introducidas se iniciaron en Colombia a mediados del siglo pasado como una alternativa económica que buscaba convertir al país en una potencia forestal, aunque paralelamente se utilizaron como estrategia en programas de reforestación de bosques y forestación de páramos intervenidos. como consecuencia de esta política económica y ambiental durante el periodo 1940 a 1996 se presentó disminución de la cobertura natural y un rápido aumento de las plantaciones forestales (Orlando, 2007)

5.2.6. El proceso de restauración ecológica:

Al escoger un área para restaurar se puede presentar una gran variedad de factores, tanto naturales como sociales, de los que dependerán las acciones a realizar, las cuales serán diferentes para cada sitio dentro de un mismo ecosistema; por ejemplo, sectores muy cercanos unos de otros tienen una historia de transformación y de uso actual muy diferente, como es el caso de Tocancipá con plantaciones forestales de especies exóticas (Ríos, 2012), en el caso en particular de Tocancipá la propuesta de restauración ecológica, se centrará en los bosques plantados con especies exóticas en su gran mayoría como pino patula y eucalipto.

Aunque no existe un único lineamiento para restaurar un ecosistema, por la particularidad de cada sitio, sí existen recomendaciones generales basadas en las teorías y conceptos de la Ecología de la Restauración y en las experiencias acumuladas en los intentos de restaurar

diferentes ecosistemas en el mundo, en este caso en particular, buscando la restauración de aquellas áreas que están plantadas con especies forestales exóticas o foráneas.

El proceso de restauración puede ser a gran escala o a pequeña escala; y puede ser llevada a cabo por una persona o varias, mediante programas gubernamentales; no obstante, es importante comprender la multidisciplinariedad del proceso y la necesidad de abordarlo desde un enfoque integral y multidimensional que considere los componentes sociales, económicos, políticos, culturales y ecológicos, y no centrarse en un solo aspecto. (GÓMEZ, 2016)

Los anteriores postulados sirven de soporte para el levantamiento de la información y la propuesta que permitirán de acuerdo con el estado actual de los principales predios plantados con especies exóticas en Tocancipá, elegir el tipo de restauración ecológica que mejor se adecuó a la recuperación de este tipo de ecosistemas y que puede servir de guía para la recuperación en lugares con condiciones y problemáticas similares.

MARCO CONCEPTUAL

5.3.1. Rehabilitación ecológica:

Se refiere a una estrategia encaminada a la recuperación parcial del ecosistema, se restablecen algunas funciones o elementos estructurales del sitio (GÓMEZ, 2016)

5.2.7. Reclamación o reemplazo:

se reemplaza un ecosistema degradado y dañando ecológicamente, generando un ecosistema productivo distinto al original, que pueda prestar los servicios que se requieren (GÓMEZ, 2016)

5.2.8. Revegetalización:

Es un término utilizado para describir el proceso por el cual las plantas colonizan un área de la cual ha sido removida su cobertura vegetal original por efecto de un disturbio, en este caso áreas que han sido ocupadas por especies exóticas. La revegetalización no necesariamente implica que la vegetación original se reestablece completamente. En síntesis, la restauración ecológica difiere de la revegetalización, en tres aspectos fundamentales:

- a. La restauración busca reestablecer no solamente la función del sitio, sino además sus componentes, estructura y complejidad.
- b. La restauración depende de un propósito intencional y de actividades humanas constructivas.
- c. La restauración no intenta únicamente imitar lo que era un sistema, sino además replicar lo que un sistema hacía y así crear una autoorganización sostenible y persistente.

Un sistema restaurado es capaz de sostenerse así mismo, puede resistir invasiones por nuevas especies, es tan productivo como el original y tiene interacciones bióticas similares a la original (Orlando, 2007).

5.2.9. Plantaciones de pino:

Son aquellas cuya especie predominante corresponde al género *Pinus*, en una presencia mayor al 95% en el rodal o unidad de plantación. Se caracterizan generalmente por no compartir su espacio de plantación con otras especies (ni nativas ni introducidas) por obstaculizar el paso de la luz hacia el suelo y por arrojar sus acículas secas al suelo, formando un colchón espeso y denso, de descomposición muy lenta denominado, el cual impide el crecimiento de otras especies tanto rastreras como formadoras de sotobosque. (HSICA)

5.2.10. Plantaciones de eucalipto:

Son las más comunes y tal vez las más antiguas establecidas en el parque. Son unidades puras del género *Eucalyptus* plantadas con fines protectores productores en un principio. Aunque presentan características similares entre sí, se evidencian diferencias como la presencia de especies nativas en sotobosque en unas plantaciones y no en otras, densidad, etc. lo que indica que su comportamiento como plantación en todo el parque no es el mismo, y que las posibilidades de manejo no pueden ser generalizadas. (HSICA)

5.3. Marco normativo

La normatividad que se relaciona con el propósito del presente trabajo, alguna en su totalidad y otra en alguno de sus artículos, a nivel nacional, a continuación:

- De la Constitución Política, de 1991, de la República de Colombia: Artículos: 8, 58, 67, 79, 80, 95, 313 y 317.

- Decreto ley 2811 de 1974: “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
- Ley 99 de 1993 “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones”.
- Ley 19 Ley 165 de 1994: “Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992”.
- Ley 388 de 1997: “Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones”.
- Ley 357 de 1997: “Por medio de la cual se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de 1971”.
- Decreto 2372 de 2010: “Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones”
- Resolución 247 de 2007: “Por la cual se establece el Protocolo para el desarrollo de la estrategia de Restauración Ecológica Participativa (REP) al interior de las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales y se toman otras determinaciones.”
- Resolución 1517 de 2012: “Por medio de la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad”

- Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios
- Política de Bosques
- Política de Participación Social en la Conservación

6. Marco metodológico

6.1. Tipo de investigación:

Teniendo como objetivo general “Proponer un plan de restauración ecológica en los principales bosques de especies exóticas ubicados en zonas de protección ambiental y de importancia estratégica en el municipio de Tocancipá”, en este trabajo se considera una metodología de investigación de tipo cualitativo y cuantitativo, basado principalmente en el análisis documental, que permita generar relaciones entre procesos de restauración ecológica, teniendo en cuenta las diferentes dimensiones y aspectos que determinan dichos procesos, es decir las pautas que se siguen para desarrollar y escoger de forma adecuada la restauración ecológica y las estrategias formuladas o acciones planificadas y desarrolladas para conseguir el objetivo, así mismo se manejarán y se harán manejos numéricos para determinar el valor que genera el aprovechamiento forestal de aquellos individuos de árboles presentes en los predios de importancia estratégica del municipio de Tocancipá, proponiendo así también una investigación de tipo cuantitativo.

Por otro lado, se manejará la investigación de forma descriptiva ya que se analiza e interpreta la realidad y el estado actual de los predios susceptibles a restauración ecológica dando

a conocer las principales características físicas de las plantaciones de especies exóticas en los principales predios de importancia estratégica en el municipio de Tocancipá.

6.2. Recolección de la información:

Se utilizarán fuentes secundarias a partir de una labor de búsqueda y recopilación de información, en las diferentes dependencias de la alcaldía de Tocancipá, como fueron la secretaria de ambiente y secretaria de planeación, páginas de internet y archivos personales de origen académico y laboral, teniendo como resultado un gran cúmulo de información.

Así mismo, la información recibida en algunos casos corresponde a otro tipo de actividades, tales como procesos de arborización y revegetalización en diferentes zonas de Tocancipá que, aunque son actividades a fines no corresponden a procesos de restauración ecológica exactamente.

Cabe resaltar que una parte importante del tiempo de este trabajo de investigación fue dedicado a la etapa de recolección y sistematización de la información, dado que ésta se encuentra dispersa y desorganizada a nivel de las diferentes entidades.

6.3. Población:

El municipio de Tocancipá cuenta en la actualidad con trece predios susceptibles a la implementación de plan de restauración ecológica y aprovechamiento forestal que equivalen a 45 hectáreas aproximadamente, doce de estos lotes o predios están ubicados en la parte alta de las

veredas la Esmeralda y Canavita, y tan solo uno está ubicado en la parte baja del municipio en la vereda Tibitó

6.4. Muestra:

Ya que los trece predios susceptibles a implementación de restauración ecológica presentan características físicas similares, así como ubicación y altitud y que además están afectados por especies arbóreas exóticas, de acuerdo a esto se toma como muestra para el análisis el predio denominado “San Ignacio” cuya extensión aproximada es de 13.5 hectáreas, que representa el 30% del total de la extensión de los lotes, siendo esta una muestra representativa y suficiente para análisis.

6.5. Análisis de información:

Con la información disponible se escogió el predio más representativo en la parte alta de la montaña sembrado con especies exóticas y que por sus características son susceptibles de iniciar el proceso de restauración ecológica ya que son los predios donde más números de árboles de especies exóticas a modo de bosques comerciales se encuentran, dando como resultado una muestra de un lote o predio propiedad del municipio donde se encuentran el 52% de los arboles exóticos en propiedades del municipio.

La ubicación espacial, en particular, permitió identificar aquellos predios propiedad del municipio de Tocancipá en los cuales los procesos de restauración ecológica responden a dinámicas sociales y ecológicas particulares, asociados a tensionantes como la deforestación y/o proliferación de especies invasoras.

De acuerdo a la consultoría realizada por la empresa “Bihao sas” para la alcaldía de Tocancipá, cuyo objetivo fue el de realizar el inventario forestal en predios de interés hídrico o estratégico, se concluyó que se hace necesario tomar trece lotes que son los más representativos en cuanto a plantaciones forestales con especies exóticas se refiere, del total de estos predios se escogió el predio denominado “San Ignacio” ya que este por sus características físicas, ubicación y número de árboles plantados para fines comerciales, recoge en su integridad las mismas características de los 12 predios restantes en donde se pudo tomar la decisión de implementar el mismo mecanismo de restauración ecológica que se decida para el predio “San Ignacio”

7. Análisis de resultados.

7.1. Descripción del proyecto.

La zona del inventario forestal del predio “San Ignacio” se encuentra en los predios de interés hídrico del Municipio de Tocancipá. En total se realizó el inventario sobre 13.5 hectáreas de plantaciones con especies maderables exóticas introducidas, las cuales podrían ser objeto de intervención (tala y aprovechamiento).

La secretaria del ambiente de Tocancipá tiene priorizados e identificados 13 predios susceptibles para aprovechamiento y restauración ecológica, dentro de estos predios se encuentra el predio objeto de estudio denominado “san Ignacio”, la tabla 1 muestra los predios ubicados por veredas, así como su respectivo nombre:

Tabla 1: predios con plantaciones forestales exóticas

PREDIO	VEREDA
La Ahoyada	LA ESMERALDA
San Ignacio	
El Curubal	
El Rosal	
El Reluciente	
El Helechal	
El Diamante I	
La Gruta de Vander	
La Soledad	
La Holanda	
La Cumbre	
La Esperanza	
Lote 14A	TIBITÓC

Fuente: Secretaría del ambiente Tocancipá

El inventario forestal se realizó con un conteo e identificación del 100% de los individuos arbóreos presentes en el predio con diámetros a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm.

Se encontró que las especies evaluadas e inventariadas superan el diámetro mínimo de 10 centímetros, y que son de rápido crecimiento, lo que los convierte en individuos maderables, más aún si el aprovechamiento forestal se plantea para un lapso de tiempo entre 2 y 3 años, donde se espera que el volumen de madera aprovechable aumente, por ende el precio comercial de la madera también aumentaría, en proporción al engrosamiento de los árboles.

Para la realización de este inventario se tomaron los siguientes datos en campo: Coordenadas planas, Nombre vulgar de la especie, diámetro del árbol a la altura de pecho, altura comercial, y altura total.

7.1.1. estado general predio San Ignacio

Se encontraron que 3598 árboles presentan fuste en estado bueno en especies como la Acacia japonesa, pino patula, pino radiata y pino ciprés, 2512 individuos donde su estado es regular en cuanto a su estado físico y fitosanitario y 601 individuos en mal estado presentando resequedad, caídos y/o bifurcados, convirtiéndose en características que disminuyen su valor comercial pero que de todas formas se hace necesario su retiro para su posterior restauración ecológica.

7.2. Inventario forestal.

En la tabla 2 se muestra el número total de árboles por especies hallados en el lote cuestión de estudio, donde también se determinó el volumen por cada uno para poder calcular su valor comercial de venta, y poder determinar el costo beneficio del aprovechamiento frente al plan de restauración ecológica planteado para el caso particular

Tabla 2. Número de especies y su correspondiente volumen total Lote San Ignacio

	Nombre común	Nombre científico	familia	N° de	Volumen
1	Acacia japonesa	<i>Acacia</i>	Mimosaceae	48	19,268249
2	Acacia morada	<i>Acacia baileyana</i>	Mimosaceae	2	5,0175750
3	Eucalipto comun	<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae	112	105,78080
4	Pino cipres	<i>Cupressus</i>	Cupressaceae	277	123,93315
5	Pino patula	<i>Pinus Patula</i>	Pinaceae	6267	2458,6008
6	Pino radiata	<i>Pinus radiata</i>	Pinaceae	5	12,417409
TOT				6711	2725,0180

Fuente: El autor

7.3. Cálculo de volumen.

Para el cálculo del volumen se utilizó la tabla de volumen para árboles en pie de los bosques de la cordillera central, con la siguiente expresión matemática:

$$V = 0,786 * DAP^2 * (Hc \text{ o } Ht) * FF$$

Donde:

V = Volumen de madera en m^3

DAP = Es el diámetro a la altura del pecho (DAP) en metros

HT= es la altura comercial expresada en metros

FF= Factor de forma de las especies.

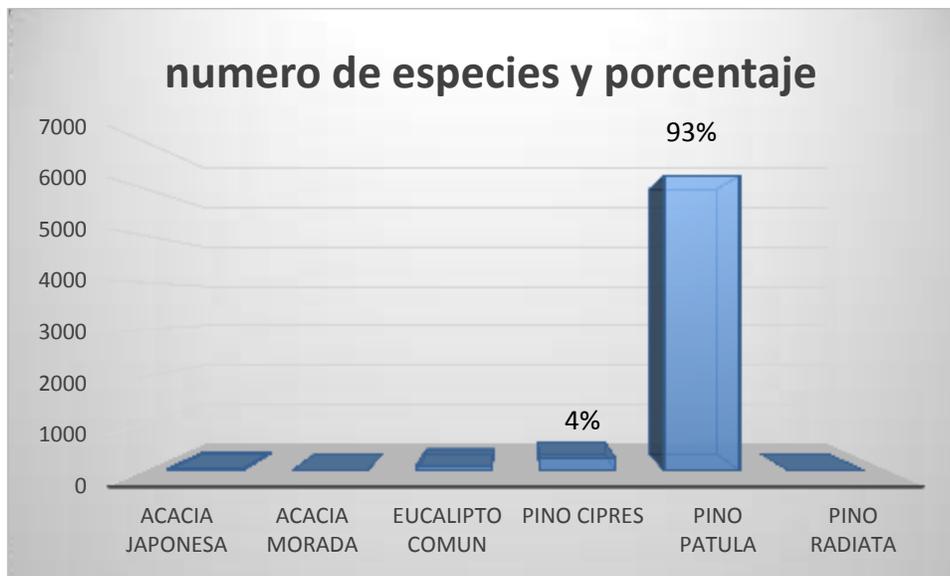
Para hallar el volumen de madera en pie de los arboles objetos del inventario se empleó la formula mencionada en el documento Guía cubicación de la madera elaborada por 11 corporaciones Autónomas Regionales con colaboración con el Ministerio de medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (ASOCARS).para el caso del factor de forma se utilizaron los valores definidos en el Artículo 5 del acuerdo 028 del 30 de Noviembre del 2004 de la CAR donde menciona lo siguiente:

- Factor de forma Eucalipto 0,7
- Coníferas y nativas 0,6

El volumen total, calculado es de **2725,01** metros cúbicos y el volumen comercial es de **1350** metros cúbicos aproximadamente discriminado por especie, tal como se indica en la tabla.

En la gráfica 1 se puede observar el porcentaje y numero de árboles por especie, donde se pudo determinar que la especie predominante es el pino patula con un porcentaje del 94% representados en 6272 individuos aptos para aprovechamiento forestal, seguido del pino Ciprés con un total de individuos de 277 y un porcentaje de tan solo el 4%, el porcentaje y numero restante de árboles se distribuye en las demás especies anteriormente mencionadas pero que no son significativas en relación a la especie dominante en el predio a estudiar en este caso el pino patula.

Grafica 1: especies por porcentaje



Fuente: Autor

En cuanto al volumen calculado por especie predomina, por el número y características de los individuos arbóreos el pino patula con un volumen total de aprovechamiento de 2458 metros cúbicos, siendo la especie que aporta el 90% del volumen comercial y total a ser aprovechado dentro del predio, seguido del 4% de pino Ciprés con un potencial volumétrico de aprovechamiento de 277 árboles, el porcentaje restante de volumen para aprovechar se distribuye en las demás especies también maderables dentro del pedio, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

Gráfica 2: volumen aprovechable por especie



Fuente: Autor

7.4. Crecimiento y rendimientos de la madera

Realizando una revisión histórica del estado de la cobertura en el área del inventario forestal, en una imagen de 2004, se observa solo una vegetación alta correspondiente a las cercas vivas y a los que rodean algunos drenajes intermitentes del área, y plantaciones con bajo porte, con base en lo anterior se

puede aproximar un tiempo de 15 años de madurez del bosque comercial con especies exóticas actual ya que es un ecosistema intervenido.

Asumiendo un crecimiento normal y promedio del bosque se podría determinar que el crecimiento anual del bosque corresponde a 4,8 metros cúbicos/ha/año.

7.5. Características del pino patula como especie predominante encontrada

Dentro del trabajo ejecutado se pudieron determinar 7 especies las cuales son especies exóticas introducidas presentes en los predios de interés hídrico del Municipio y las cuales son de interés comercial, pero donde se puede se prioriza el pino patula como especie predominante en todos los predios de interés ambiental y en el área objeto de estudio del predio “San Ignacio”.

7.5.1. Pino pátula

En nuestro país se encuentra en los departamentos de Cauca, Antioquia, Valle del Cauca, los Santanderes y Cundinamarca.

El pino puede sobrevivir en casi todos los ecosistemas, sin embargo, para un crecimiento óptimo se recomienda que las zonas tengan una precipitación anual de lluvia que varíe entre 500 y 2000 mm (unidades de precipitación). Esta especie tampoco es tolerante a las heladas.

El pino pátula es un árbol conífero, y es considerado de gran altura pues puede alcanzar hasta 40 metros de longitud y su tronco que es recto y cónico tiene un diámetro de hasta de 90 centímetros. También es una especie de rápido crecimiento.

Esta madera no es durable, puesto que fácilmente puede ser afectada por agentes biológicos, especialmente los hongos de la mancha azul y por insectos. Por esta razón se recomienda inmunizarla con la técnica de baño caliente frío o por la de vacío presión.

En cuanto a sus usos, esta madera es muy utilizada principalmente para la construcción de juegos infantiles, parques de recreación, cielos rasos, pulpa de papel, cajonería, postes inmunizados y construcciones en general.

Cabe resaltar que la madera del pino pátula es una de las más comercializadas en Colombia.

7.6. Cálculo de costos del aprovechamiento forestal

7.6.1 Disponibilidad de mano de obra

La disponibilidad de mano de obra especializada tanto de personas naturales como de jurídicas para la actividad de aprovechamiento forestal en el municipio es muy baja, ya que se indago sobre la oferta de estos servicios en el municipio, y no fue posible hallar quien pueda llevar a cabo este tipo de labores según las condiciones técnicas exigidas para este tipo de trabajos, más sin embargo en cuanto a mano de obra como ayudantes y auxiliares para ejecutar las labores propias si se pueden encontrar en el municipio, garantizando así la mano de obra de este tipo de labores, fortaleciendo la contratación de mano de obra local.

7.6.2. Precios de los productos y subproductos forestales

Las maderas a aprovechar tienen un comercio estable y con precios relativamente buenos, es recomendable en este punto se recomienda trabajar más sobre madera en forma de toleta ya que no necesita tanta mano de obra y transformación y el precio es similar al de la madera en forma y corte de bloque, los precios que se describen a continuación son considerando que el comprador recoja la madera en sitio, estos precios son actuales y se toman de otros aprovechamientos forestales, por lo que son reales.

Tabla 3. Precios promedio en el mercado de las maderas a aprovechar.

	PRECIO PROMEDIO	
	M3 TOLETA	M3 BLOQUES
Acacia	\$ 40.000	0
Pino	\$ 70.000	\$ 81.000
Eucalipto	\$ 60.000	\$ 63.000

Fuente: El autor

7.6.3. Determinación del precio de la madera para el predio San Ignacio

Los costos de madera para cualquier aprovechamiento forestal, incluso a la hora de valorar lo que cuesta talar un árbol aislado que por sus características presentan riesgo para las personas, estructuras o porque su vida útil ya llegó a su fin y se requiere de su retiro o de su tala se calcula por metro cúbico, es decir se debe desglosar todos los costos y gastos unitarios que genera la tala como tal y la utilidad que deja esta a la hora de su comercialización, a estos costos siempre se le deben sumar lo que se deba compensar por el retiro o tala del árbol o en este caso, cuando se aprovecha plantaciones forestales comerciales con árboles exóticos o introducidos como es el caso en particular, la siguiente tabla muestra el precio final de la madera y el

resultante o remanente en dinero o en especie que queda para realizar la compensación forestal o implementación del plan de restauración ecológica por hectárea de bosque aprovechado, estos costos se pueden evidenciar en el cuadro 4

Cuadro 4: determinación de costos por metro cubico de madera

<i>Determinación de Costo de Madera para el predio San Ignacio</i>	
Volúmen de madera actual (M3)	2725
Volúmen de madera comercial 70% (M3)	1908
Volúmen de madera autorizada por CAR (M3)	1360

<i>Valor Comercial Madera M3</i>	<i>\$ 75.000</i>
---	-------------------------

Costos de Aprovechamiento peso * M3

	\$
Costo de aprovechamiento (tala)	13.000,00
	\$
Costo de cargue	7.000,00
	\$
Costo transporte mayor	23.000,00
	\$
Costo transporte menor	7.500,00
	\$
Recolección de desperdicios	2.500,00

Costo de ventas	\$ 2.500,00
Asistencia técnica	\$ 3.500,00
Sub Total costo de aprovechamiento por m³	\$ 59.000,00
AIU = 10% sobre costo de venta por m³	\$ 7.500

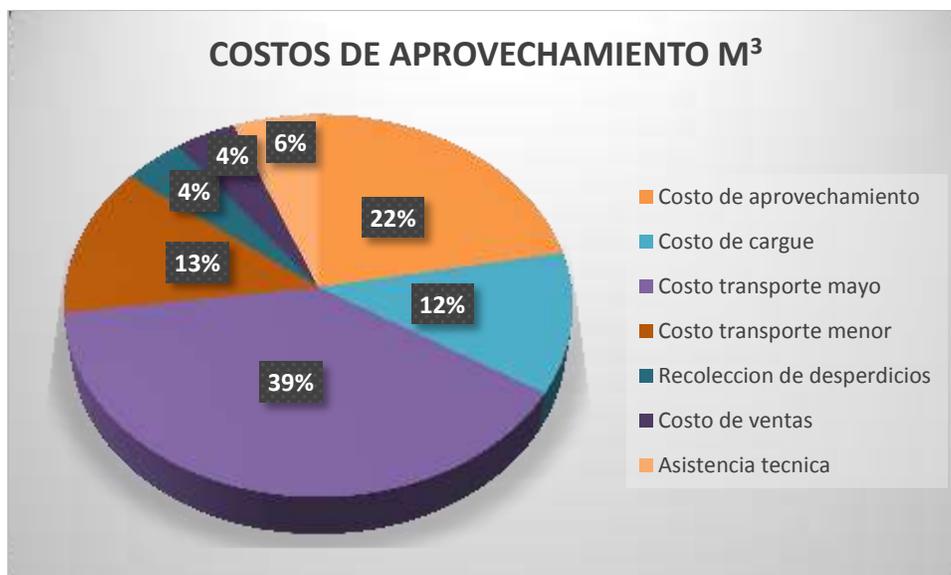
AIU:(Administración, Imprevistos y Utilidades)

Valor madera en pie = (valor comercial - costo de aprovechamiento - AIU)			
Valor madera en pie m³	\$ 8.500,00		
Valor madera CAR = costo madera en pie * volumen de madera CAR			
Valor madera CAR	\$ 11.560.000		
Valor de madera comercial = costo madera en pie * volumen de madera comercia.			
Valor madera comercial	\$ 16.218.000		

Fuente: Autor

7.6.3.1. Análisis de costos

Grafica 3: costos de aprovechamiento



Fuente: Autor

Se puede determinar que casi el 40% de los costos es debido al transporte mayor, es decir el transporte usado en camiones hacia el sitio de venta o distribución, el recorrido de este transporte es mayor a 10 kilómetros desde el punto de cargue o extracción de la madera, el costo de aprovechamiento o tala es decir todas aquellas labores necesarias para tumbar y aserrar un metro cubico de madera, desde que el árbol se encuentra en pie, las ganancias que genera la venta de un metro cubico de madera es de aproximadamente el 10% del valor comercial de esta en el mercado promedio que para el caso en particular y con cotización actual se encuentra en \$75000 el metro cubico, por lo que se espera una ganancia después del ejercicio de \$7500.

En cuanto al costo total de la madera presente en el predio San Ignacio se estima un valor de venta de \$11.560.000, partiendo de este valor estimado se debe hacer el cálculo del costo estimado por hectárea para restauración ecológica del predio teniendo en cuenta como primera medida la compensación en número de árboles ordenada por la autoridad ambiental competente, en este caso la **CAR** por cada árbol talado que en este caso es de una relación de 4 a 1, es decir

que por cada árbol talado y aprovechado se deben plantar 4 árboles de especies endémicas o nativas apropiadas para la zona de intervención.

7.6.4. Comercialización y movilización

La comercialización de los productos maderables resultantes del aprovechamiento, se hará en los sitios autorizados dentro del municipio de Tocancipá con el fin de mover la economía del municipio, la movilización por lo tanto se realizará en un buffer de aproximadamente 10 kilómetros alrededor de los predios a intervenir con un máximo de 6 kilómetros en vía nacional Tocancipa- Gachancipa, toda la madera que salga del predio deberá contar con todos los permisos y guías de movilización según la legislación ambiental actual.

7.7. actividades propuestas para la restauración ecológica

7.7.1. Valoración del área a restaurar

- El predio se encuentra ubicado dentro de una zona con disturbios causados por la intervención antrópica mediante la ganadería, minería, la agricultura y plantaciones de especies exóticas a modo de bosques comerciales principalmente.
- Es una zona que cuenta con un mosaico de coberturas vegetales, que van desde plantaciones forestales, zonas de recuperación pasiva con gran importancia por ser zona de recarga hídrica de varios afluentes.
- No posee problemas erosivos y los problemas nutricionales del suelo son corregibles mediante buenas prácticas de manejo y fertilización.
- El impacto en la protección de afluentes de alta montaña y zona de recarga hacen de este un proyecto de alta importancia y relevancia para el municipio y la región, ya que hasta

ahora no se ha llevado a cabo un tipo de proyecto como estos, por lo menos en la provincia de sabana centro que enmarca 11 municipio de Cundinamarca.

Figura 1: Historial del área a restaurar.



Fuente: el autor

7.7.2. Formulación de acciones a desarrollar por sistema

Para el caso específico de esta área se manejan tres sistemas respectivamente que son suelo, flora y fauna y a continuación se relacionan las actividades de restauración a implementar.

7.7.2.1. Sistema suelo

Para este sistema se deben realizar las siguientes acciones dentro del proceso de restauración ecológica:

- Neutralización de acidez del suelo: considerando que nuestros suelos presentan un pH deficiente a bajo, se deben aplicar cal agrícola distribuidos en el establecimiento y 4 mantenimientos intermedios.
- Mejoras edáficas: según análisis de suelo y recomendaciones del laboratorio de suelos de la universidad Jorge Tadeo Lozano. Se recomienda aplicar materia orgánica, y otros fertilizantes.
- Eliminar cargas antrópicas indeseables: siendo el propietario del predio la Alcaldía municipal deberá establecer o arreglar el cercado perimetral de las áreas adquiridas con fin de restauración, para evitar el ingreso de vacunos, personas ajenas, dicho cercado tendrá las características necesarias para garantizar su objetivo, además de socializar el objetivo del área con sus vecinos e implementar los medios de concientización e información necesarios (vallas, talleres, etc) con el fin de eliminar el factor tensionante externo.

Los talleres se deben realizar en dos poblaciones clasificadas como claves para el éxito de la restauración, las cuales son estudiantes (cuarto y quinto grado de primaria) y vecinos a

los predios, se considera realizar tres talleres uno pre-restauración (concientización e información del proyecto), un segundo taller (durante le ejecución de la restauración) y uno final (mostrar los resultados).

7.7.2.2. Sistema vegetal:

En este componente se proponen las siguientes actividades:

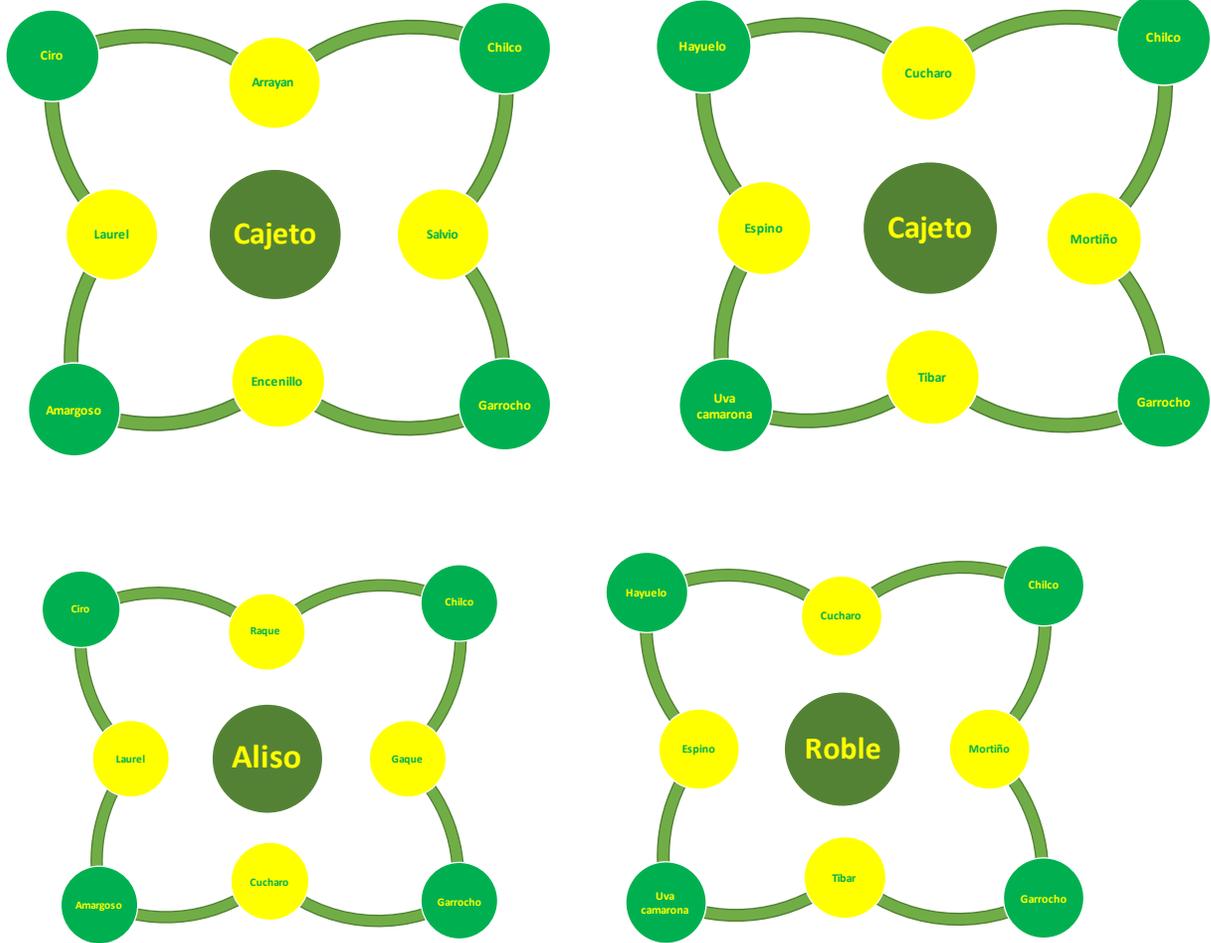
- Plantación de especies nativas: basados en el estudio de coberturas y especies de flora encontrada en las zonas aledañas al área a restaurar, las cuales son características del piso térmico alto andino, se implementarán diseños de parches ecológicos, con distancias de plantación mínimos de 2 metros y máxima de 3,5 metros con individuos de portes diferentes que simulen la vegetación propia y garantizando que cumplan la función adecuada. Los individuos a utilizar tendrán una procedencia similar a igual al sitio a restaurar, con una semilla certificada que asegure el prendimiento y fácil adaptación a las condiciones del municipio y específicamente a las veredas Canavita y La Esmeralda
- Para la selección de especies se tuvo en cuenta especies que sean características de este tipo de ecosistemas altoandinos, adicionalmente especies que se puedan conseguir y producir fácilmente. sin embargo, se incluyeron aquellas que generen una mejor simbiosis con las demás a establecer.
- La altura de los Individuos arbóreos a plantar deberá ser entre 30 a 50 centímetros de altura (se consideran alturas bajas para que sean protegidas por la vegetación existente, en su proceso de adaptación), con buenas condiciones estructurales propias de la especie y fitosanitarias adecuadas. Las especies recomendadas a utilizar son:

cuadro 5. Especies recomendadas y que son propias del área a restaurar.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	POSICION EN EL DISEÑO
CEDRO	<i>Cedrella montana</i>	CENTRAL
ROBLE	<i>Quercus humboldtii</i>	
ALISO	<i>Alnus acuminata</i>	
CAJETO	<i>Citharexylum subflavescens</i>	
TIBAR	<i>Escallonia paniculata</i>	MEDIO
ENCENILLO	<i>Weinmannia tomentosa</i>	
ARRAYAN	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	
LAUREL DE CERA	<i>Morella pubescens</i>	
MORTIÑO	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	
SALVIO	<i>Buddleja americana</i>	
ESPINO GARBANZO	<i>Duranta mutissi</i>	
CORONO	<i>Xylosma spiculifera</i>	
RAQUE	<i>Vallea stipularis</i>	
GAQUE	<i>Clusia multiflora</i>	
CUCHARO	<i>Myrsine guianensis</i>	FINAL
GARROCHO	<i>Viburnum tryphyllum</i>	
AMARGOSO	<i>Critoniopsis bogotana</i>	
UVA CAMARONA	<i>Macleania rupestris</i>	
CHILCO	<i>Baccharis latifolia</i>	
HAYUELO	<i>Dondonea viscosa</i>	
CIRO	<i>Baccharis macrantha</i>	

Fuente: el autor.

figura 2. Modelos de parches ecológicos sugeridos para el desarrollo de la restauración ecológica.



Fuente: el autor

Se recomienda implementar los cuatro modelos de parches ecológicos relacionados, no importando la densidad de los mismos dentro del predio, pero tratando que los mismos no queden seguidos.

La posición en el diseño depende de la altura final de las especies, donde los centrales predominan el estrato y tienden a ser especies perchas para la avifauna, seguidos de la posición media para cerrar con las especies finales, los parches pueden aumentar las cantidades de

individuos medios y finales según los espacios a cerrar en el área, así mismo se pueden realizar otras mezclas sin desconocer el porte asignado.

Las siguientes consideraciones se deben tener en cuenta para garantizar el éxito de la reforestación y el modelo restauración ecológica:

- Conservación de coberturas existentes: Para la actividad de establecimiento se realizará una mínima intervención en el área respecto a la afectación de la cobertura presente, ejecutando solo el plateau de 80 centímetros y el ahoyado de 30*30 centímetros, sin efectuar rocería del sitio. En los sectores donde se encuentren individuos arbóreos o arbustivos y queden dentro del diseño, se obviarán estos espacios para conservar el individuo.
- Para el caso del establecimiento en zonas de las plantaciones forestales existentes, se debe hacer control a los tocones y a los brinzales con el fin de que no afecten los diseños ecológicos, se plantara en los espacios dentro del diseño de la plantación, es decir, evitando los tocones. De igual manera se deberá limpiar las áreas de acículas y hojarascas que puedan afectar el establecimiento, desarrollo de las plantas y desde luego el mantenimiento de las mismas.
- Se realizarán talleres de concientización con enfoque a la conservación con la comunidad vecina al área con el apoyo de la secretaria del ambiente, ya que se pueden llevar a cabo desde programas como el CIDEA (comité interinstitucional de educación ambiental de la alcaldía de Tocancipá), donde se manejan proyectos de concientización del cuidado y la conservación de los recursos naturales.

7.2.2.3. Sistema fauna

Se busca que las especies abajo mencionadas realicen una función especial dentro del proceso de restauración ecológica, pues cada una tiene características y propiedades diferentes, aportando un valor ecosistémico y ecológico dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto y área de estudio, en la tabla 5 se puede observar La especie y su función principal, las especies detalladas y escogidas para el proyecto son endémicas de la región y aptas para el tipo de proyecto, ya que son de gran adaptabilidad.

Cuadro 5. Listado de especies y clasificada según su función para la fauna.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FUNCION
CEDRO	<i>Cedrella montana</i>	Frutos alimentan aves, perchero y nido
ROBLE	<i>Quercus humboldtii</i>	Frutos alimento para mamíferos, percheros y nido
ALISO	<i>Alnus acuminata</i>	Hospedero, Inductor
CAJETO	<i>Citharexylum subflavescens</i>	Especie melífera atrae insectos y colibríes, percha
TIBAR	<i>Escallonia paniculata</i>	Hospedero y regulador de cuencas bebederos
ENCENILLO	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Percha y nido
ARRAYAN	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Frutos alimento de aves ,mamíferos regula caudales bebedero
LAUREL DE CERA	<i>Morella pubescens</i>	Frutos alimentan aves atrae depredadores naturales
MORTIÑO	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Fruto alimento para aves y mamíferos
SALVIO	<i>Buddleja americana</i>	Fruto alimento de avifauna
ESPINO GARBANZO	<i>Duranta mutissi</i>	Melífera, atrae colibris, y avifauna, su follaje alimento mariposa nocturna.
CORONO	<i>Xylosma spiculifera</i>	Fruto alimento de avifauna
RAQUE	<i>Vallea stipularis</i>	Melífera atrae colibríes e entomofauna.
GAQUE	<i>Clusia multiflora</i>	Fruto alimenta aves y mamíferos
CUCHARO	<i>Myrsine guianensis</i>	Fruto alimento de avifauna
GARROCHO	<i>Viburnum tryphyllum</i>	Fruto alimenta aves y mamíferos
AMARGOSO	<i>Critoniopsis bogotana</i>	Flores alimenta insectos atrae depredadores naturales
UVA CAMARONA	<i>Macleania rupestris</i>	Fruto por aves y mamíferos.
CHILCO	<i>Baccharis latifolia</i>	Flores alimenta insectos atrae depredadores naturales
HAYUELO	<i>Dondonea viscosa</i>	Percha
CIRO	<i>Baccharis macrantha</i>	Flores alimenta insectos atrae depredadores naturales

Fuente: el autor.

7.8. Programa de seguimiento y evaluación a las acciones planteadas

Aunque los programas de evaluación y seguimiento son un componente fundamental en los proyectos de restauración ecológica, son terminologías que tienden a confundirse. Por lo cual,

es importante comenzar por identificar la diferencia entre evaluación y seguimiento. La *evaluación* se refiere a la valoración del estado del sistema restaurado en un instante del tiempo, mientras que el *seguimiento* evalúa el proceso de restauración por medio de la recolección y análisis de la información obtenida en las evaluaciones realizadas a lo largo del tiempo.

7.8.1 Evaluación

Para este programa se cuenta con 3 años por lo cual se realizará una evaluación al sistema restaurado cada año. Con una línea base tomada al momento del establecimiento, una intermedia y una final. Dichas evaluaciones quedaran reflejadas en los informes del periodo correspondiente más cercano, elaborados por el operador de la restauración o quien la alcaldía de Tocancipá designe para la supervisión desde su personal vinculado o celebrando un contrato de consultoría, donde su objeto principal sea la evaluación y comportamiento de la restauración ecológica implementada y que pueda reflejar el estado de la misma y las actividades que se deban ejecutar llegado el caso para garantizar la durabilidad y la funcionalidad de la restauración.

7.8.2. Seguimiento

Para este ítem se estima realizar el seguimiento en los periodos estimados para los mantenimientos de la restauración, con una secuencia trimestral. Dicho seguimiento quedara reflejado en los informes del periodo correspondiente, elaborados por el operador de la restauración.

Para dicha labor se manejarán los siguientes indicadores:

- Recibo final del proyecto de Restauración por parte de las autoridades ambientales competentes.

- Número de individuos o especies de fauna presentes en el área restaurada.
- Número de acciones y participantes para la concientización y apropiación de la restauración ecológica.
- Porcentaje de prendimiento y adaptación de las especies vegetales.
- Numero de problemas fitosanitarios y comportamiento y/o resistencia de las especies.

Profundizar los conocimientos actuales y adquiridos para áreas de importancia ecológica de similar comportamiento.

Para el componente vegetación la evaluación y seguimiento, la base de datos debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

- ✓ Familia.
- ✓ Género.
- ✓ Especie.
- ✓ Copa.
- ✓ Altura.
- ✓ Diámetro a la altura del pecho (DAP).
- ✓ Lugar de medición.
- ✓ Fecha de medición.

Se debe construir una base de datos con información fenológica de las especies que se registran periódicamente. Dentro de esta información se encuentra:

- Distribución y hábitat.
- Tipo de hábito

- Función
- Rasgos de historia de vida importantes para la restauración (atributos vitales):
 - Tipo de crecimiento (rápido o lento).
 - Tolerancia alta, media o baja a la luz.
 - Polinización anemófila o zoófila (insectos, aves, otros animales).
 - Tipo de propagación (sexual y/o asexual).
 - Plagas y enfermedades presentes
- Fotografías de flores y frutos y habito, en lo posible.

7.8. Análisis de costos para la restauración ecológica

En este acápite se pretende hacer una relación de lo que cuesta el restaurar una hectárea de bosque frente a los valores del costo del aprovechamiento forestal por metro cubico de madera, lo que debe indicar si el precio de venta de la madera aprovechada es suficiente para cubrir los gastos de la nueva plantación y su primer mantenimiento o si por el contrario la entidad debe aportar recursos para la implementación del plan de restauración ecológica en el predio de estudio, a continuación se muestra el cuadro 6 donde se desglosan los costos por hectárea recuperada.

Se de be tener como referencia que se calcula un promedio de 1100 árboles por hectárea que deben ser plantados, esta relación se denomina densidad de siembra y es un estándar que se tiene para labores de reforestación.

Cuadro 6: relación de costos de reforestación

Costos de Plantación con Fines de Restauración Ecológica por Hectárea.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNT	VALOR TOTAL
1	Arboles	1100	\$ 3.500	\$ 3.850.000
2	Soil aid (Bulto 50kg)	2,2	\$ 37.000	\$ 81.400
3	Cal (Bulto 50kg)	1,1	\$ 15.000	\$ 16.500
4	Hidroretenedor (kg)	5,5	\$ 55.000	\$ 302.500
5	roceria	1	\$ 900.000	\$ 900.000
6	Plateo	1100	\$ 1.100	\$ 1.210.000
7	Ahoyado	1100	\$ 3.000	\$ 3.300.000
8	Aplicación de insumos	1100	\$ 500	\$ 550.000
9	Transportes de insumos	1100	\$ 500	\$ 550.000
10	Mantenimiento No. 1.	1100	2000	\$ 2.200.000
Total Establecimiento y Primer Mantenimiento.				\$ 12.960.400

Fuente: Autor

Considerando que según el cuadro 4 el valor de la madera comercial para el volumen calculado presente en el predio San Ignacio es de \$16'280.000 contando que se pueda aprovechar el 70% del volumen total de la madera presente en el predio, frente a al valor por hectárea de restauración ecológica que es aproximadamente de \$12'960.400, se podría suponer que la venta de la madera por el aprovechamiento forestal alcanzaría únicamente para realizar la restauración ecológica para 1.2 hectáreas del predio, y del total de la tasa de compensación interpuesta por la CAR, que es en una relación de 4 a 1, se deberían plantar alrededor de 25100 árboles sabiendo que en el predio se hizo un inventario de especies aprovechables de 6272 individuos maderables. Sabiendo que la relación de siembra o densidad para una hectárea es de 1100 árboles aproximadamente, se deben tener entonces aproximadamente 23 hectáreas para la implementación de la restauración ecológica.

7.8.1. Interpretación de datos

A: precio de la madera del volumen comercial en el predio san Ignacio = \$16'280.000

B: costo por Hectárea de restauración = \$12'800.000

C: numero de arboles maderables en el predio san Ignacio = 6272

D: compensación interpuesta en número de árboles por la CAR relación 4 a 1 = 25088

E: área del predio San Ignacio = 13.5 hectáreas.

F: área requerida para compensación: $D/1100 = 22.8$ hectáreas.

- La relación entre (A) y (B), es decir el valor comercial de la madera dividido el costo promedio de restauración por hectárea da como resultado 1.2 hectáreas que se podrían restaurar con la venta de la madera.
- Si se considera que el área requerida para compensar (F) es de 22.8 hectáreas, significa que faltaría recursos para recuperar 21.6 hectáreas ya que $(F) - (A)/(B) = 21.6$ hectáreas.
- El costo adicional para recuperar las 21.6 hectáreas restantes es el resultado del producto de 21.6 por el precio por hectárea de restauración, es decir: $21.6 \times \$12'800.000$ dando como resultado \$276'480.000 adicionales que se necesitarían para cumplir con la restauración ecológica.
- Si el predio de san Ignacio tiene un área de 13.5 hectáreas (E) y el área requerida para compensación es de 22.8 hectáreas (F), entonces $(F) - (E) = 9.8$ hectáreas adicionales que se deben tener para llevar a cabo la compensación

Con base en la información anterior se evidencia que el municipio debe asegurar recursos por \$276'480.000 para cumplir con la restauración ecológica del lote san Ignacio además de

garantizar el área faltante de 9.8 hectáreas para plantar el restante de los arboles según la compensación requerida por la CAR, que deben ser terrenos en lo posible propiedad del municipio para garantizar su mantenimiento, seguimiento y evaluación de resultados en el tiempo.

8. Conclusiones

La restauración ecológica es una de las alternativas más adecuadas para las áreas que han sido alteradas antrópicamente, en este caso con el establecimiento de especies exóticas para plantaciones comerciales forestales, recuperando la diversidad biológica, aumentando las poblaciones, distribución de especies, disponibilidad de servicios ambientales contribuyendo al mejoramiento del bienestar humano, siempre y cuando se sigan los pasos propuestos en el presente artículo para recuperar el predio escogido para el estudio y replicarlo en los demás predios que presentan características similares.

Los mecanismos de regeneración y reforestación propuestos en el artículo para la restauración ecológica contribuyen a la protección de la diversidad encontrada, a la recuperación estructural de los predios invadidos por especies exóticas y que han presentado resultados positivos donde se han implementado de forma similar, para obtener así una buena restauración ecológica.

Las especies sugeridas para la restauración ecológica se escogieron con el fin de proporcionar un progreso adecuado de adaptación y por ofrecer funciones específicas al medio por ser especies que se encuentran en la zona permitiendo un desarrollo y mejoramiento a estos ecosistemas.

La alcaldía de Tocancipá debe garantizar los recursos que por ley deben ser asignados a este tipo de proyectos garantizando la recuperación de zonas degradadas antrópicamente en este

caso particular, de plantaciones exóticas comerciales que hacen daño a los ecosistemas circundantes del área de influencia.

El predio escogido para la restauración ecológica tiene la capacidad para recuperarse, ayudando a recobrar los recursos bióticos y abióticos, para los procesos y funciones ecológicas de plantaciones con especies endémicas o nativas.

La comunicación y divulgación brindan a la comunidad información y apropiación de estos procesos de restauración ecológica, para que participen y adquieran compromiso en su aplicación buscando que estas sean más sostenibles en el tiempo.

9. Recomendaciones:

El municipio de Tocancipá debe invertir recursos para garantizar no solo la restauración ecológica del predio san Ignacio, sino para recuperar ecológicamente los demás terrenos que se encuentran en las mismas condiciones que son propiedad del municipio y que necesitan la misma propuesta de intervención para recuperar su valor ecosistémico recuperándolos mediante la plantación de especies nativas que se adapten mejor a cada caso.

Para garantizar la restauración del predio “san Ignacio”, el municipio debe hacer un esfuerzo de tipo financiero y administrativo, es decir se puede invertir los recursos de ley 99 del 93 que a la cierre de la vigencia fiscal 2018 ascienden a 950 millones de pesos, es decir en vez de seguir adquiriendo predios de importancia estratégica con las condiciones similares al predio de estudio, se deberían ir invirtiendo los recursos con fines de restauración de los predios adquiridos con anterioridad, para intentar de devolverles las características de biodiversidad y de importancia estratégica que deben tener estos terrenos.

Las siguientes administraciones deben buscar financiamiento en el gobierno nacional, territorial y departamental que, sumados a los recursos propios del municipio y de libre inversión, se logren llevar a acabo dentro del territorio municipal, y en especial en los lotes que presentan degradación de cualquier tipo los procesos de restauración ecológica a que haya lugar, devolviendo todos los beneficios ecosistémicos de estas áreas.

Se debe garantizar que la empresa o grupo de empresas que sean contratadas por la alcaldía de Tocancipá para llevar a cabo los procesos de restauración ecológica en los predios que

merite esta intervención, cuenten con el grupo humano interdisciplinario expertos en el tema de recuperación de áreas degradadas, esto con el fin de que no se hagan improvisaciones a la hora de tomar decisiones, ya que estas áreas como se sabe son susceptibles a cualquier cambio que se quiera llevar a cabo, porque al fin de todo son ecosistemas frágiles que deben ser intervenidos de una forma técnica, que garantice su recuperación devolviendo su valor ecosistémico.

10. Bibliografía

Blandón, Á. M., & Suárez, D. Y. (octubre de 2014). Propuesta para la inclusión de la restauración ecológica en la estrategia REDD+ en Colombia,. Bogotá. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16400/BedoyaBlandonangelaMaria2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAMACHO, S. E. (2015). *PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: PERSPECTIVAS Y ALCANCES*. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3745/1/CamachoShirleyGaleanoSonia2016.pdf>

GÓMEZ, R. C. (2016). *LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA COMO ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN*. bogota. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3266/1/restauraci%C3%B3n_ecol%C3%B3gica_como_estrategia_de_construcci%C3%B3n%20social.pdf

HSICA, C. S. (s.f.). *PARQUE ECOLOGICO DISTRITAL DE MONTAÑA, PLANTACIONES DE ESPECIES FORESTALES*. Recuperado el 28 de MARZO de 2019, de [file:///C:/Users/Asus/Downloads/componente_biofisico_plantaciones_de_especies_forestales_parque_ecologico_montana_entrenubes%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/componente_biofisico_plantaciones_de_especies_forestales_parque_ecologico_montana_entrenubes%20(1).pdf)

Murcia, C., & Guariguata, M. R. (2014). *La restauración ecológica en Colombia*. indonesia: cifor. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf

Orlando, V. (2007). estrategia para la restauracion ecologica del bosque altoandino. Bogotá: grupo de restauracion ecologica, universidad nacional. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/259482680_Estrategias_para_la_restauracion_ecologica_del_bosque_altoandino_El_caso_de_la_Reserva_Forestal_Municipal_de_Cogua_Cundinamarca

Ríos, O. V. (2012). *GUÍAS TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA*. bogota. Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de file:///C:/Users/Asus/Downloads/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf

RÍOS, O. V. (s.f.). *revistas.unal.edu.co*. Recuperado el 11 de Marzo de 2019, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280/28009>

VARGAS, O. (2007). *ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE ALTOANDINO*. (G. D. NACIONAL, Ed.) Recuperado el 21 de MARZO de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/259482680_Estrategias_para_la_restauracion_ecologica_del_bosque_altoandino_El_caso_de_la_Reserva_Forestal_Municipal_de_Cogua_Cundinamarca

