



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 10 de septiembre de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva - Huila

El (Los) suscrito(s):

MIY ANYELA PANTEVIS ALMARIO, con C.C. No. 1077868290,

Autor(es) del trabajo de grado, Titulado EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BS-T DE LA HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO EN EL USO DEL SUELO EN EL PREDIO LA LAGUNA EN EL MUNICIPIO DEL AGRADO HUILA COLOMBIA, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Miy Angela Pantecis A.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BS-T DE LA HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO EN EL USO DEL SUELO EN EL PREDIO LA LAGUNA EN EL MUNICIPIO DEL AGRADO HUILA COLOMBIA

**AUTOR O AUTORES:**

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| PANTEVIS ALMARIO           | MIY ANYELA               |

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| TOVAR LIZCANO              | PAVEL                    |

**ASESOR (ES):**

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
|----------------------------|--------------------------|

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Agrícola

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Pregrado

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 80

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

|               |                     |                |          |                 |             |               |               |
|---------------|---------------------|----------------|----------|-----------------|-------------|---------------|---------------|
| <b>CÓDIGO</b> | <b>AP-BIB-FO-07</b> | <b>VERSIÓN</b> | <b>1</b> | <b>VIGENCIA</b> | <b>2014</b> | <b>PÁGINA</b> | <b>2 de 3</b> |
|---------------|---------------------|----------------|----------|-----------------|-------------|---------------|---------------|

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_ X\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros\_\_\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

| <u>Español</u>                | <u>Inglés</u>            |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Nucleación en pastizales   | Nucleation in pastures   |
| 2. método battelle – Columbus | battelle-columbus method |
| 3. bosque seco tropical       | tropical dry forest      |
| 4. restauración ecológica     | Ecological restoration   |
| 5. estrategia de restauración | restoration strategy     |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más fragmentados y degradados en el Neotrópico producto del desarrollo de la ganadería y agricultura. En Colombia este bosque se ha visto afectado desde hace más de 50 años por actividades humanas agresivas que reducen su flora y fauna; son cada vez menos extensas debido a que existe suelos relativamente fértiles que han sido altamente intervenidos por el ser humano para la producción agrícola y ganadera, la minería, el desarrollo urbano y el turismo.

Fundación Natura desarrolló el proyecto Plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tropical, con un componente de monitoreo para evaluar la eficacia de las diferentes estrategias implementadas, en un área experimental de acuerdo al tipo de cobertura. En el área de estudio la cobertura presente eran pastizales. donde la estrategia que se estableció fue nucleación en pastizales con y sin remoción de suelo, con núcleos de 2m<sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies, el objetivo de esta estrategia debido a la presencia de especies con problemas de conservación, es controlar la matriz de gramíneas invasoras, mejorar la humedad y fertilidad del suelo, proveen alimento y hábitat para la fauna.

El área de estudio se aplicará la evaluación del impacto ambiental con el método Battelle-Columbus, en los escenarios con y sin proyecto con la evaluación sistemática de los parámetros ambientales del antes y el



después del desarrollo del plan piloto, para conocer la situación óptima, y el factor conmensurable de la calidad ambiental en el uso del suelo.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

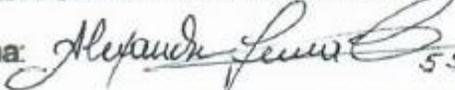
The tropical dry forest is one of the most fragmented and degraded ecosystems in the Neotropics as a result of livestock and agricultural development. In Colombia this forest has been affected for more than 50 years by aggressive human activities that reduce its flora and fauna; they are less and less extensive due to the existence of relatively fertile soils that have been highly intervened by human beings for agricultural and livestock production, mining, urban development and tourism.

Fundación Natura developed a pilot project for the ecological restoration of tropical dry forest, with a monitoring component to evaluate the effectiveness of the different strategies implemented, in an experimental area according to the type of coverage. In the study area, the present cover was grassland, where the strategy established was nucleation in grassland with and without soil removal, with nuclei of 9 individuals and 3 species, the objective of this strategy, due to the presence of species with conservation problems, is to control the matrix of invasive grasses, improve soil humidity and fertility, provide food and habitat for fauna.

The study area will apply the environmental impact evaluation with the Battelle-Columbus method, in the scenarios with and without project with the systematic evaluation of the environmental parameters before and after the development of the pilot plan, to know the optimal situation, and the commensurable factor of the environmental quality in the use of the soil.

**APROBACION DEL PROYECTO DE GRADO**

Nombre Jurado: ALEXANDRA LUNA CUELLAR

Firma:  55.062.248

Nombre Jurado: JOSÉ AGENER ZAPATA CASTAÑEDA

Firma: 



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**



PASANTIA SUPERVISADA

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN PILOTO  
DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BS-T DE LA HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO  
EN EL USO DEL SUELO EN EL PREDIO LA LAGUNA EN EL MUNICIPIO DEL AGRADO  
HUILA COLOMBIA

MIY ANYELA PANTEVIS ALMARIO

Código: 20122113965

PASANTE

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA  
GARZON HUILA

2018

PASANTIA SUPERVISADA

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN PILOTO  
DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BS-T DE LA HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO  
EN EL USO DEL SUELO EN EL PREDIO LA LAGUNA EN EL MUNICIPIO DEL AGRADO  
HUILA COLOMBIA

MIY ANYELA PANTEVIS ALMARIO  
PASANTE

M.Sc. PAVEL TOVAR LIZCANO  
SUPERVISOR DE PASANTIA

ING. FRANCISCO TORRES ROMERO  
JEFE CENTRO DE INVESTIGACIÓN BS-T ATTALEA  
FUNDACION NATURA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
GARZON, HUILA  
2018

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El informe final de pasantía titulado “EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BS-T DE LA HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO EN EL USO DEL SUELO EN EL PREDIO LA LAGUNA EN EL MUNICIPIO DEL AGRADO HUILA COLOMBIA.” Presentado por Miy Anyela Pantevis Almario, en cumplimiento de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrícola, fue aprobado en la fecha \_\_\_\_\_, por el jurado examinador con una calificación de \_\_\_\_\_.

---

**Firma del director**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios quien me ha permitido alcanzar todos los anhelos de mi corazón y por ser el motor de mi vida, a mis padres Filemón Pantevis y Mercedes Almario, porque estuvieron siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional, sus consejos y por ser quienes me enseñaron el valor de luchar día a día por alcanzar mis sueños y hacer de mí una mejor persona.

A mis Hermanos y a mis sobrinos, por sus palabras y compañía por brindarme todo el amor y comprensión y la confianza cada momento de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Dios, gracias por permitir cumplir mis logros, por estar en todo momento conmigo cuidándome, ayudándome a aprender de mis errores, gracias porque tu amor y misericordia me ha sostenido hasta hoy; permitiéndome lograr esta meta importante en esta etapa de mi vida

Agradezco a mis padres, Filemón Pantevis y Mercedes Almario por brindarme siempre su gran amor, amistad incondicional su inmensa ayuda y confianza, por estar presente en cada etapa de mi vida.

A mi Universidad, Gracias por haberme permitido formarme en ella, a los Maestros por transmitir sus conocimientos y experiencias de vida; a ti Fernando Quintero por estar ahí motivándome ofreciendo tu amistad y compañía incondicionalmente.

A la Fundación Natura por abrir sus puertas y permitirme ser parte de ese gran equipo de trabajo, jefe Ingeniero Francisco Torres y a los compañeros de trabajo, por compartir sus conocimientos; esta oportunidad me permitió crecer personal y profesionalmente, los llevo en mi corazón.

## Tabla de contenido

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.       | INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 2.       | OBJETIVOS.....  | 3  |
| 2.1      | Objetivo general .....  | 3  |
| 2.2      | Objetivos específicos .....   | 3  |
| 3.       | MARCO TEÓRICO.....  | 4  |
| 3.1      | Información General De La Empresa .....   | 4  |
| 3.1.1    | Fundación Natura .....  | 4  |
| 3.2      | Plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tropical.....                        | 5  |
| 3.3      | Restauración ecológica .....  | 6  |
| 3.4      | Estrategias de Restauración .....   | 7  |
| 3.4.1    | Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias .....                                 | 8  |
| 3.4.2    | Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas .....                                | 8  |
| 3.4.3    | Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración ..... | 9  |
| 3.4.4    | Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal.....                  | 10 |
| 3.4.5    | Siembra bajo especies nodrizas.....   | 11 |
| 3.4.6    | Siembra bajo Multinodrizas .....  | 12 |
| 3.4.7    | Nucleación en pastizales .....  | 13 |
| 3.4.7.1. | Núcleos de 2m <sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies.....                             | 14 |



|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| 3.4.7.2           | Núcleos de 100m <sup>2</sup> con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos.....  | 15 |
| 3.4.7.3           | Núcleos de 1.000m <sup>2</sup> con 14/15 especies, 14 módulos hexagonales y 98 individuos con y sin remoción de suelo.....   | 16 |
| 3.4.7.4           | Núcleos de 1.000m <sup>2</sup> con 28/29 especies, 28 módulos hexagonales y 196 individuos.....  | 18 |
| 3.5               | Método Battelle – Columbus.....  | 19 |
| METODOLOGÍA ..... |  | 36 |
| 4.1               | Área de Estudio .....  | 36 |
| 4.2               | Determinación de las características previas al proyecto hidroeléctrico El Quimbo del predio la Laguna, en cuanto al uso del suelo. ....   | 39 |
| 4.3               | Aplicación del método BATTELLE – COLUMBUS en el uso del suelo en el predio La Laguna dentro del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado Huila Colombia..... | 40 |
| 4.4               | Determinación de los aspectos positivos y negativos derivados del método BATTELLE – COLUMBUS en el uso del suelo en la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo.....      | 41 |
| 5.                | RESULTADOS.....  | 41 |
| 5.1.              | Características previas al proyecto hidroeléctrico El Quimbo del predio la Laguna, en cuanto al uso del suelo. ....  | 41 |



5.2. Aplicar el método BATTELLE – COLUMBUS de la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo en el uso del suelo en el predio La Laguna en el municipio del Agrado Huila Colombia..... 45

5.3. Determinar los aspectos positivos y negativos de acuerdo a la aplicación del método BATTELLE en el uso del suelo en la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo..... 56

6. CONCLUSIONES ..... 58

7. RECOMENDACIONES ..... 59

Bibliografía ..... 60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias; Fuente: Fundación Natura.... 8

Figura 2. Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas; Fuente: Fundación Natura. 9

Figura 3. Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración; Fuente: Fundación Natura ..... 10

Figura 4. Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal; Fuente: Fundación Natura..... 11

Figura 5. Siembra bajo especies nodrizas; Fuente: Fundación Natura ..... 12

Figura 6. Siembra bajo Multinodrizas;..... 13

Figura 7. Núcleos de 2m2 con 9 individuos y 3 especies; ..... 14

Figura 8. Núcleos de 100m2 con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos ..... 15



Figura 9. Núcleos de 1.000m<sup>2</sup> con 14/15 especies, 14 módulos hexagonales y 98 individuos sin remoción de suelo; ..... 16

Figura 100. Lógica de la estrategia de nucleación intermedia con remoción de suelo ..... 17

Figura 111. Núcleos de intensiva ..... 18

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. 78 parámetros Ambientales - Battelle Columbus ..... 21

Tabla 2. Categorías, componentes, y parámetros del SEA de Battelle ..... 25

Tabla 3. Distribución Puntaje del método Battelle ..... 30

Tabla 4. Distribución de la Matriz Battelle-Columbus .....32

Tabla 5. Uso suelo Predio Laguna ..... 42

Tabla 6. Solución del Método Battelle -Columbus.....51

Tabla 7. Resumen de resultados de la evaluación Ambiental.....54

### LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. La función de transformación ..... 26

Ecuación 2. Unidad de importancia ponderal ..... 28

Ecuación 3. Impacto neto ..... 28

Ecuación 4. Impacto global ..... 29

### LISTA DE ANEXOS



|   |    |
|---|----|
| Anexo 1. Acta de inventario ficha predial, y registro social .....  | 62 |
| Anexo 2. Datos obtenidos en campo de estudio preliminar para descripción de texturas según la cobertura vegetal ..... | 65 |
| Anexo 3. Entrevista de los trabajadores .....   | 68 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1960, debido al creciente reconocimiento del estado de degradación ambiental en la escala mundial, Carson, 1962, como se citó (Perevochtchikova, 2013), se viene evidenciando un alto grado de afectación ambiental por el mal uso de las Actividades Agrícola del suelo; Según esta necesidad de la reversión y en gran medida de la prevención de la degradación ambiental, se creó el mecanismo de la evaluación de impacto ambiental (EIA). Es un conjunto destinado para estimar los efectos de la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, que causa sobre el medio ambiente. Los impactos ambientales pueden ser positivos y negativos sus efectos se pueden presentar a corto y largo plazo, algunos son reversibles o irreversibles, son evidentemente consecuencia de acciones de un proyecto, o generados por la actividad humana, deberán minimizarse con la ejecución de planes de restauración en los que se establecerán las técnicas preventivas y correctivas necesarias para mantener la calidad paisajística del entorno.

El suelo es un recurso muy importante, por el cual la población actual y futura depende para la supervivencia, que tiene una alta influencia con el medio ambiente en general; Este ecosistema es fundamental e insustituible, se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire; la conservación de la biodiversidad (Miniambiente, 2011). Este recurso es indispensable para los procesos productivos biológicos, que funcionan de forma directa dentro del Ecosistema que conforma un conjunto de beneficios para la especie humana, que además se han encargado de ocasionar grandes transformaciones y adaptaciones en el medio ambiente.

Espinal 1985; Murphy & Lugo 1986, IAVH 1997, como se citó (Humboldt & Bosque, 2000), El Bosque seco Tropical (Bs-T) se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24 °C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año, El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más fragmentados y degradados en el Neotrópico producto del desarrollo de la ganadería y agricultura (Marulanda et al., 2003, Pizano y García, 2014, Rodríguez et al., 2012). En Colombia este bosque se ha visto afectado desde hace más de 50 años por actividades humanas agresivas que reducen su flora y fauna (Alvarado y Otero, 2015); son cada vez menos extensas debido a que este existe en suelos relativamente fértiles que han sido altamente intervenidos por el ser humano para la producción agrícola y ganadera, la minería, el desarrollo urbano y el turismo.

Situación que se ha hecho presente en nuestro Departamento del Huila con la llegada de la Central Hidroeléctrica el Quimbo.

Emgesa junto con la contratista Fundación Natura desarrollaron el proyecto Plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tropical, con un componente de monitoreo con el fin de evaluar la eficacia de las diferentes estrategias implementadas, en un área experimental de 140 Has para el posterior trabajo en el área de compensación ambiental.

En el plan piloto se implementaron cuatro tratamientos de nucleación diferentes, tres con siembra y un tratamiento pasivo (sin siembra); de acuerdo al tipo de cobertura que presentaba las zonas. Que dentro de esta área de compensación se identificaron tres Zonas prioritarias para la implementación de las estrategias.

Para esta evaluación se seleccionó la Zona 3 donde se ubica el predio la Laguna en la vereda de San José de Belén donde ha tenido un alto impacto por las actividades ganaderas donde se aplicará la evaluación del impacto ambiental, con el método Battelle-Columbus que permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales mediante el empleo de los parámetros ambientales

En el presente trabajo contempla la información resultado de la aplicación de las diferentes estrategias implementadas y evaluación del impacto ambiental con el método Battelle-Columbus en la zona de estudio en el área de compensación ambiental de la Central Hidroeléctrica El Quimbo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar el impacto ambiental de la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo en el uso del suelo en el predio La Laguna en el municipio del Agrado Huila Colombia.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar cómo era la producción en el predio la Laguna, en el uso del suelo en cuanto a las actividades Agropecuarias
- Evaluar el impacto ambiental del uso del suelo en el predio la Laguna dentro del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado Huila Colombia
- Determinar los aspectos positivos y negativos del método BATTELLE - COLUMBUS en el uso del suelo en la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Información General De La Empresa

##### 3.1.1 Fundación Natura

En 1984, un grupo de personas consientes de la importancia de la biodiversidad de nuestro país, trabajó incesante por la protección ambiental del territorio nacional, lo que condujo a constituir una organización no gubernamental (ONG) sin ánimo de lucro. La fundación Natura es una organización de la sociedad civil dedicada a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficio social, económico y ambiental, en el marco del desarrollo humano sostenible.

El trabajo comprometido de la organización se ha mantenido presente y constante en la mayor parte del territorio, han tenido un papel relevante en los estudios de base para la creación y conservación de áreas silvestres protegidas de alta diversidad biológica. Desde el parque Nacional de Utría, en la costa norte del pacífico colombiano, pasando por la reserva Biológica Carpanta en Cundinamarca, el Santuario de Fauna y Flora Guanentá – Alto Río Fonce en Santander, la reserva Biológica Cachalú y la Reserva Biológica Encenillo. Han desarrollado programas de conservación en los parques Nacionales Chingaza en Cundinamarca, La Playa en el Putumayo y Cahuinarí en la Amazonía. En los últimos tiempos la Fundación Natura ha enriquecido su enfoque de conservación, a través de la incorporación y desarrollo de conceptos esenciales y estrategias innovadoras para cumplir con su misión.

Con su experiencia han logrado construir una organización ágil, eficiente y funcional a nivel administrativo, por lo que logran ajustar algunos de sus procesos y operaciones a parámetros internacionales de calidad como los propuestos en la norma ISO 9000.

Uno de los signos de identidad de la fundación es la participación y ella hace parte fundamental de nuestro trabajo de apoyo a la conservación de la diversidad. Creen que, a través de ella, las comunidades y sociedades deberán acceder a mayores niveles de bienestar para sus pobladores y habitantes, alcanzando una sociedad organizada y participativa, como una expresión de la propia sociedad que vive y respeta la diversidad, la pluralidad y la multiplicidad (Fundación Natura, 2016).

### **3.2 Plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tropical**

El plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tiene como objetivo identificar las estrategias de restauración ecológica más efectivas para la sucesión de la vegetación natural del bosque seco tropical, a través de procesos de investigación básica y aplicada.

Restaurar el Bosque Seco Tropical (BS-T) representa una prioridad para Colombia por varias razones: i) se encuentra en peligro de extinción, ii) alberga gran diversidad de especies, iii) está sometido a fuerte estrés hídrico y iv) presenta funciones ecológicas vitales para sustentar las comunidades que los habitan. Un primer acercamiento al propósito anterior se plantea en el primer Plan Piloto Nacional de Restauración del BS-T para zonas de compensación ecológica del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, en el departamento del Huila, sobre un área de 11.079 hectáreas.

Se identificaron 3 zonas prioritarias para la implementación de las estrategias de restauración con base en un análisis multicriterio y se hizo caracterización biótica y física para dichas zonas.

Se definieron 7 unidades de manejo y 5 estrategias de restauración ecológica para cada una de ellas. Se priorizaron y se están domesticando y propagando 40 especies nativas.

Para restaurar estos ecosistemas es fundamental generar conocimiento sobre su dinámica ecológica, seleccionar estrategias más efectivas que permitan mejorar su integridad ecológica, monitorear el proceso y articular a la comunidad a través de la generación de conocimiento (Fundación Natura 2016).

### **3.3 Restauración ecológica**

“La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad, con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema no se puede restablecer por su cuenta al estado anterior a la alteración o a su trayectoria histórica de desarrollo (SER, 2004).

La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria. Por lo tanto, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración. El ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente” (Internacional Society for Ecological Restoration, 2004)

El concepto del plan nacional de restauración (PNR), adoptando la siguiente definición: “la restauración es una estrategia de manejo practica que restablece los procesos ecológicos para

mantener la composición, estructura y función del ecosistema en diferentes unidades de paisaje y a distintas escalas, mediante el desarrollo de estrategias participativas”

El objetivo es busca llevar el ecosistema degradado a una condición semejante o parecida a la predisturbio. Es decir, el sistema final debe ser autosostenible y debe tener como objetivo la preservación de la erosión y el almacenamiento de la materia orgánica (Brown y Lugo, 1994).

### **3.4 Estrategias de Restauración**

Se hizo zonificación de unidades ecológicas homogéneas en función de la cobertura vegetal, la pendiente y los ecosistemas de referencia, las cuales permitieron guiar los objetivos de restauración. En cada una de las siete unidades de manejo se diseñaron e implementaron cuatro estrategias de restauración: tres estrategias combinan actividades de intervención (restauración activa) y la otra detiene los disturbios antrópicos para permitir y monitorear el proceso de restauración pasiva. En cada estrategia se realizan intervenciones físicas, de hábitat y biológicas. Las actividades físicas buscan reducir la erosión del suelo y superar el déficit hídrico, las de hábitat dan refugio a la fauna y aumentan el flujo de semillas y las bióticas promueven los procesos sucesionales. En los pastizales las estrategias de rehabilitación buscan recuperar los procesos ecosistémicos y los servicios ambientales del ecosistema. (Torres, Selene Avella M, Andrés Gómez, Wilson Díaz, Beatriz Miranda, Julián (2015))

#### **3.4.1 Estrategia de Nucleación**

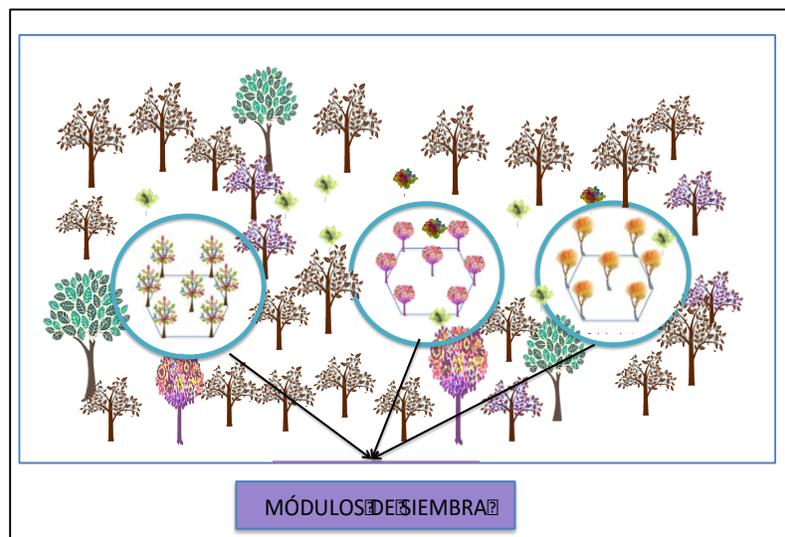
La **nucleación** es una estrategia de restauración que pretende formar microhabitats en situaciones favorables a la apertura de una serie de eventos estocásticos para la regeneración natural (Reis, Bechara, & Tres, 2010), se basa en el establecimiento de ensambles de individuos

y/o especies vegetales en arreglos espaciales definidos con la finalidad de romper con una matriz de especies altamente dominantes en un ecosistema transformado, como por ejemplo los pastos.

### 3.4.2 Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias

Esta estrategia tiene el objetivo de aumentar la representatividad de especies intermedias y avanzadas de la sucesión para mejorar la diversidad y complejidad estructural en Arbustales y bosques donde ya se cuenta con elementos que dan estructura al ecosistema. Esta siembra se hace ya sea por trasplante o por siembra directa de las semillas en función de las necesidades de restauración del ecosistema y de las condiciones fisiográficas y de accesibilidad.

#### A. Módulos Hexagonales



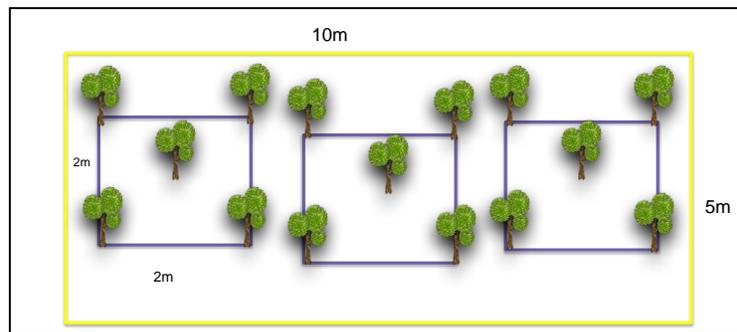
*Figura 1. Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias; Fuente: Fundación Natura*

### 3.4.3 Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas

Se tienen dos tipos de modelos de siembra: i) módulos hexagonales donde se siembran 7 individuos de la misma especie a una distancia de 1.5m entre uno y otro. Estos módulos se siembran en puntos donde la topografía lo permita, es decir baja pedregosidad, accesibilidad y a una distancia adecuada de los individuos ya establecidos y de la regeneración natural tal y como

se muestra en la imagen A y ii) fajas rectangulares de 50m<sup>2</sup> (10mx5m) de la misma especie donde se siembran 3 módulos cuadrados, cada uno con 5 individuos distanciados uno del otro 2m tal y como se muestra en la imagen B.

B Fajas rectangulares con 3 módulos cuadrados.

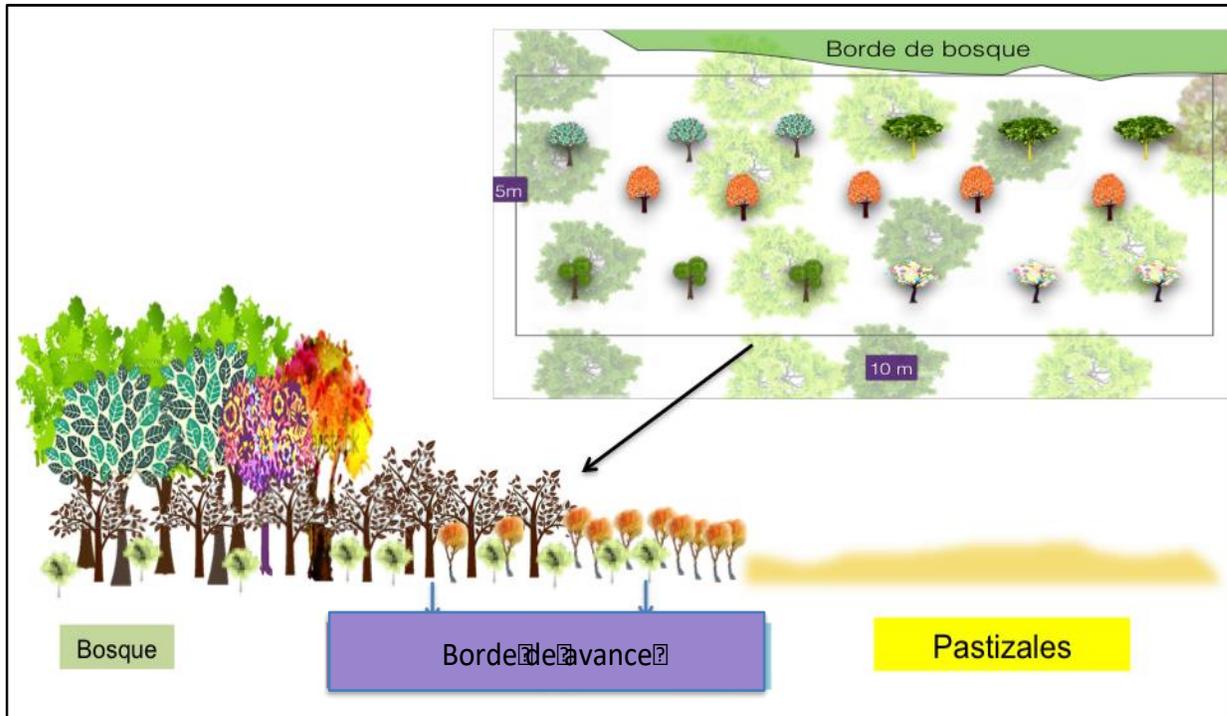


*Figura 2. Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas; Fuente: Fundación Natura*

### 3.4.4 Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración

El objetivo de esta estrategia es aprovechar el proceso sucesional que se ha dado en los bordes del fragmento de bosques y Arbustales para aumentar la diversidad con especies típicas de estados sucesionales avanzados.

La siembra de esta estrategia consta de fajas de un área de 5x10m (50m<sup>2</sup>) con tres líneas de siembra con 17 individuos y 5 especies intermedias y avanzadas de diferentes grupos funcionales de acuerdo a su posición dentro de la faja. La siembra se hace posterior al manejo de renuevos de las especies dominantes en este borde sucesional. En la línea más cercana al bosque/Arbustal donde se tiene un dosel cerrado se siembran 6 individuos de dos especies con 3 individuos para cada una; en la línea central se siembran 5 individuos de la misma especie y en la línea más externa se siembran 6 individuos de dos especies de nuevo con 3 individuos para cada una.



*Figura 3. Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración;  
Fuente: Fundación Natura*

### 3.4.5 Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal

El objetivo de esta estrategia es mejorar las condiciones micro ambientales adversas de los pastizales que bordean los fragmentos de Arbustales y bosque para crear hábitats adecuados para facilitar el avance espacial de estos ecosistemas.

El modelo de siembra es el mismo de la estrategia anterior pero las especies a sembrar son distintas y corresponden a especies que mejoran las condiciones adversas de los pastizales.

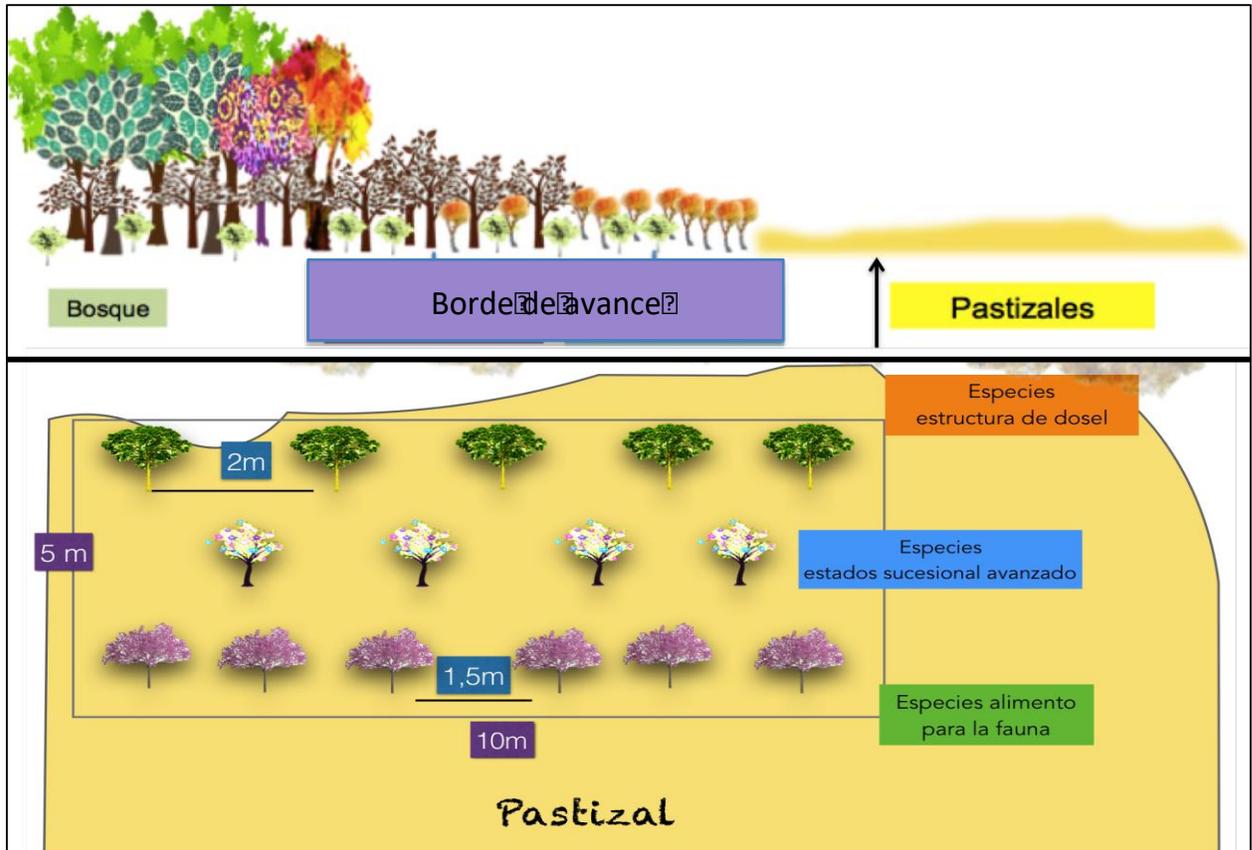


Figura 4. Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal; Fuente: Fundación Natura

### 3.4.6 Siembra bajo especies nodrizas

Las especies nodriza corresponden a individuos dispersos en matrices de pastizal que mejoran las condiciones micro ambientales, creando hábitats adecuados para la llegada de especies de estados sucesionales avanzados.

El objetivo de esta estrategia es aprovechar el efecto facilitador de los individuos establecidos en medio de los pastizales para facilitar el avance sucesional bajo las nodrizas.

Bajo estas nodrizas se implementan dos círculos de siembra el primero a 2.5m de distancia del fuste de la nodriza con dos especies esciófitas totales distanciadas una de la otra 2m y el segundo

círculo a 7m de distancia del fuste de la nodriza con 4 especies heliófitas durables distanciadas 1.5m entre ellas.

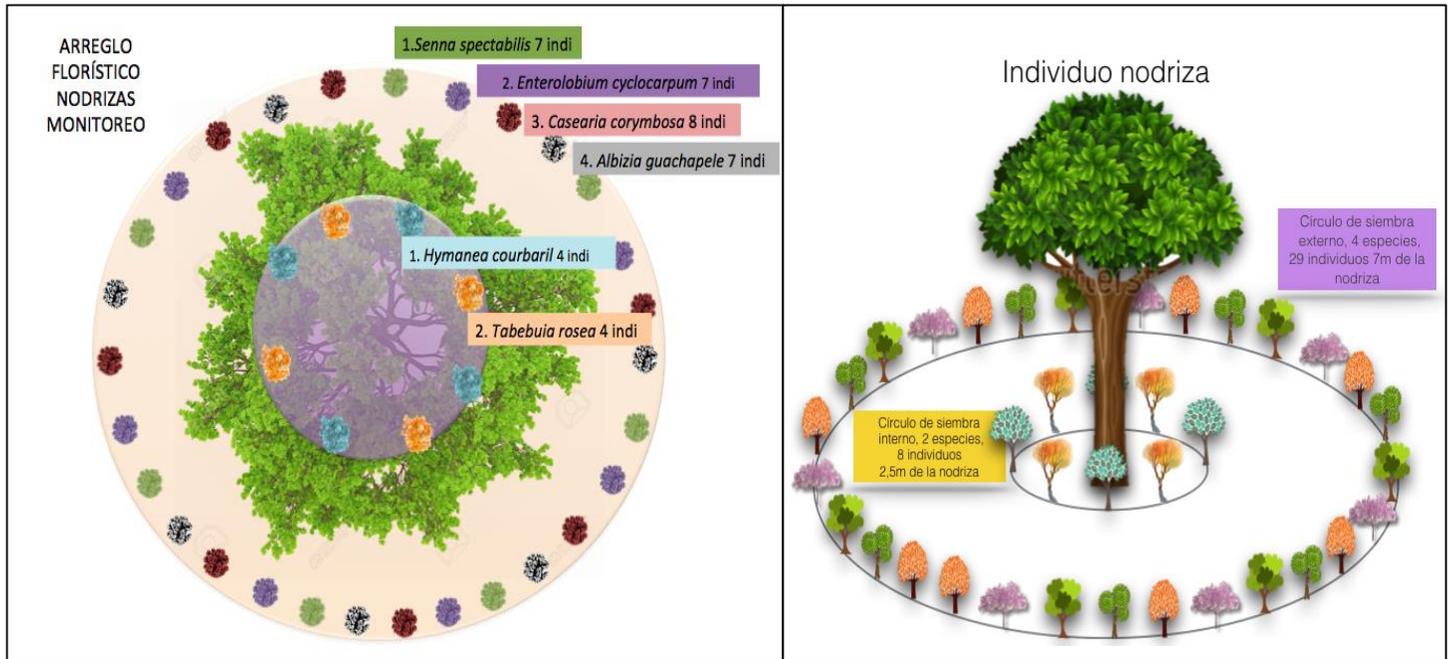


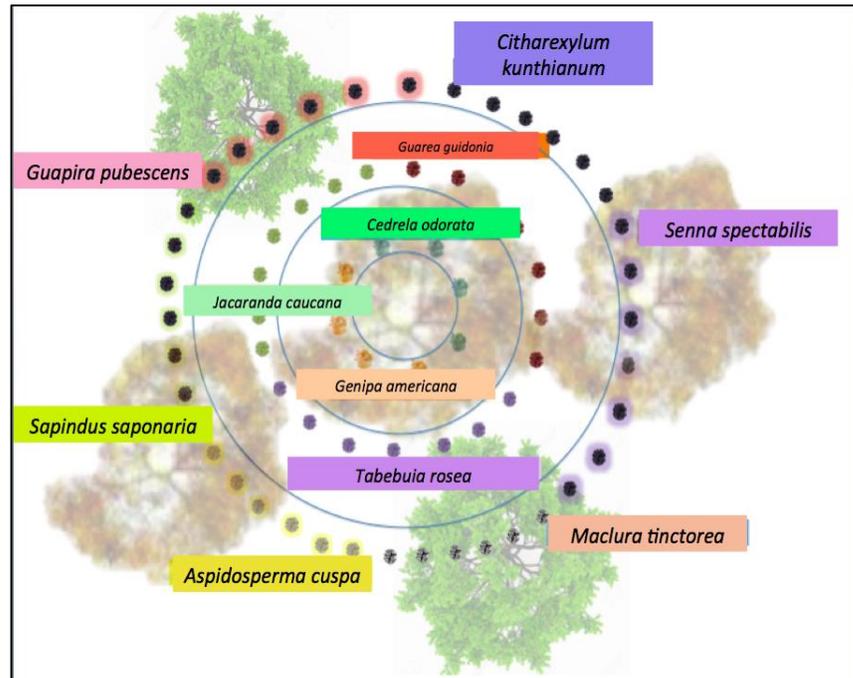
Figura 5. Siembra bajo especies nodrizas; Fuente: Fundación Natura

### 3.4.7 Siembra bajo Multinodrizas

La estrategia de Multinodrizas corresponde a una agregación de mínimo 3 individuos de especies nodriza que mejoran las condiciones micro ambientales, creando hábitats adecuados para la llegada de especies de estados sucesionales avanzados.

El modelo de siembra consta de tres círculos de siembra alrededor del fuste de la nodriza central con 11 especies y 71 individuos abarcando un área de 315m<sup>2</sup>. A 2.5m del fuste de la nodriza central (círculo interno) se siembran de forma circular 8 individuos de 2 especies (4 individuos por especie) a una distancia de siembra entre los individuos de 2m; a 5m del fuste de la nodriza (círculo

intermedio) se siembran 21 individuos de 3 especies (7 individuos por especie) a una distancia de siembra de 1,5m entre individuos y a 10m del fuste de la nodriza (círculo exterior) se siembran 42 individuos de 6 especies (7 individuos por especie).



*Figura 6. Siembra bajo Multinodrizas;*

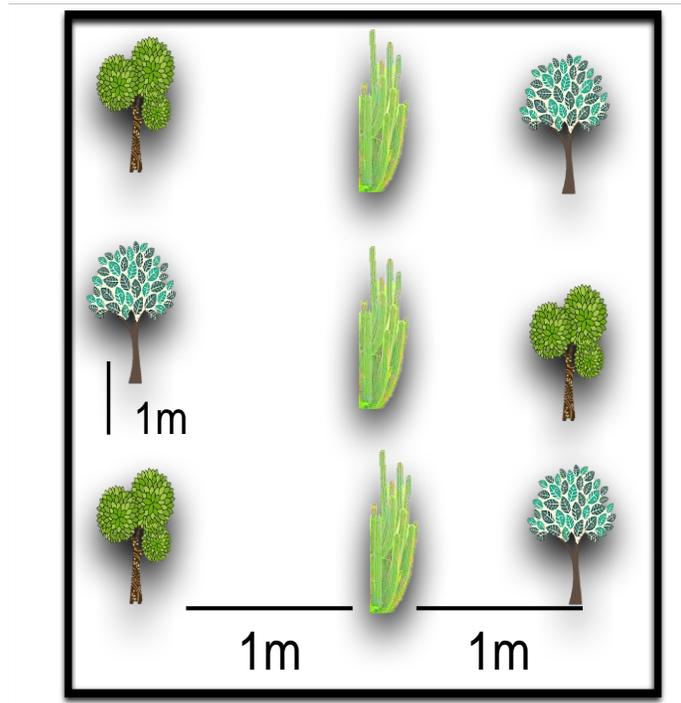
*Fuente: Fundación Natura*

### 3.4.8 Nucleación en pastizales

El objetivo de esta estrategia es implementar núcleos de siembra que catalizan los procesos sucesionales en medio de matrices de pastos con el fin de reemplazar en el mediano y largo plazo esta matriz por una de Arbustales y bosques. Estos núcleos mezclan especies de diferentes estados sucesionales (pioneras, intermedias y avanzadas) que a la vez que controlan la matriz de gramíneas invasoras, mejoran la humedad y fertilidad del suelo, proveen alimento y hábitat para la fauna, aportan complejidad estructural y favorecen el avance sucesional.

Se tienen 4 tipos de núcleos en pastizales:

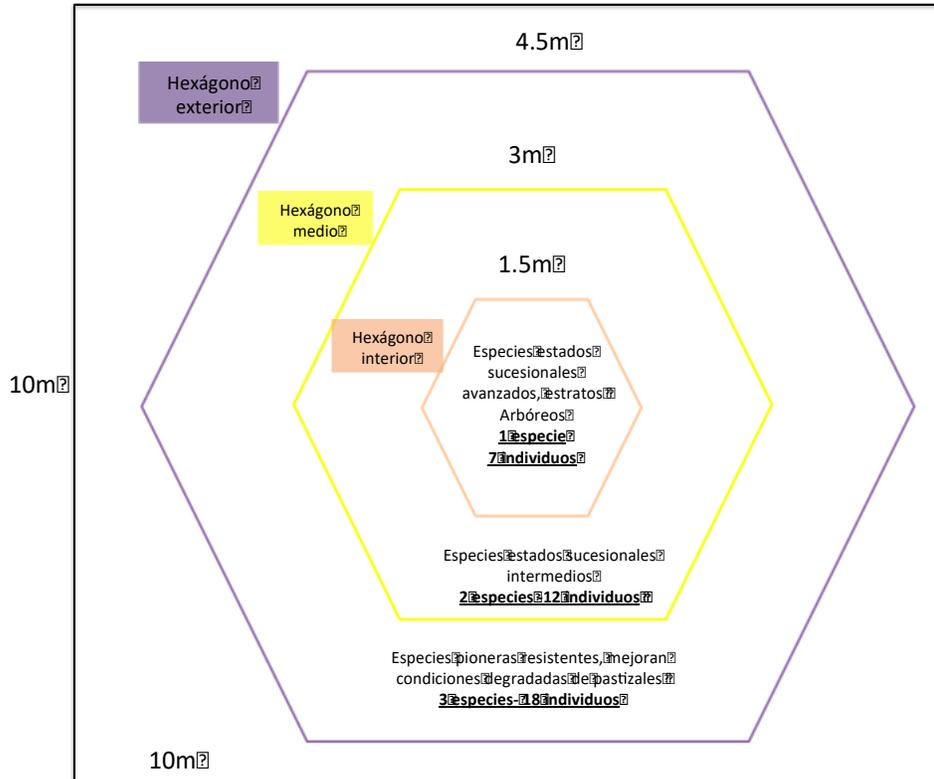
**3.4.8.1. Núcleos de 2m<sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies.**



*Figura 7. Núcleos de 2m<sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies;*

*Fuente: Fundación Natura*

**3.4.8.2 Núcleos de 100m<sup>2</sup> con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos.**

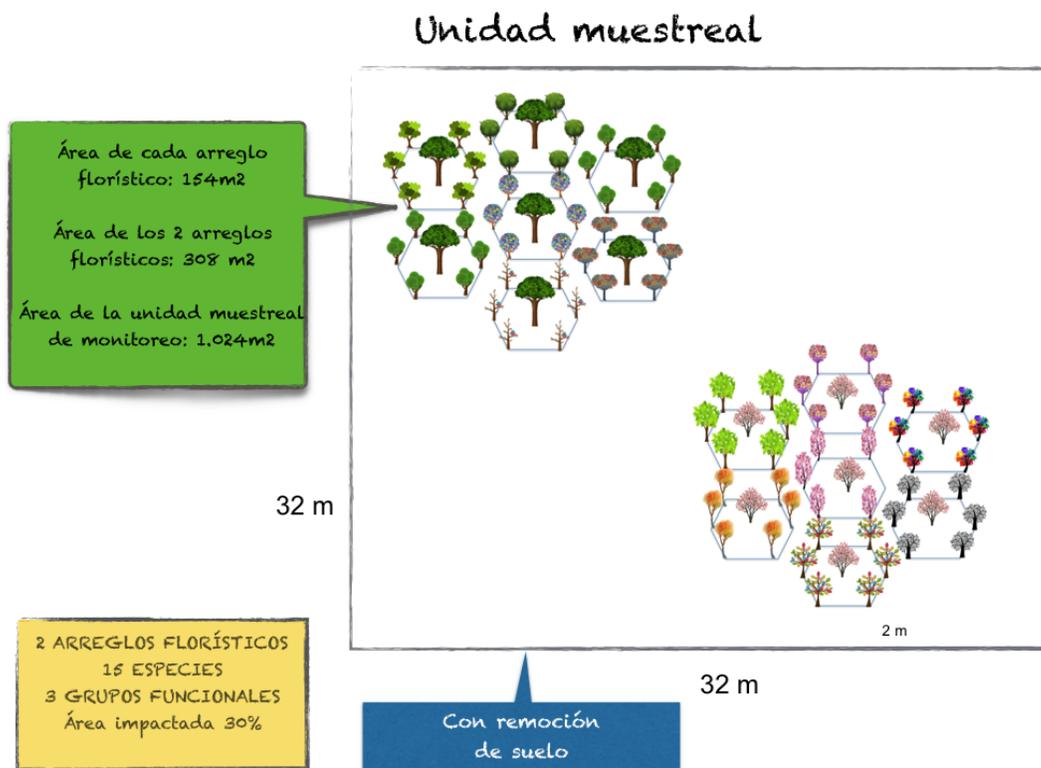


*Figura 8. Núcleos de 100m<sup>2</sup> con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos*

*Fuente: Fundación Natura*



En esta estrategia se removió y des-compacto el suelo para activar el banco de semillas, eliminar la matriz de pastos exóticos e invasores y mejorar las propiedades físicas de suelo aumentando la aireación e infiltración. Esta remoción permite mejorar condiciones del suelo para asegurar el desempeño y desarrollo de las especies sembradas. También se realiza fertilización del suelo para las áreas donde se sembraron las especies seleccionadas en la estrategia.



*Figura 100. Lógica de la estrategia de nucleación intermedia con remoción de suelo*

*Fuente: Fundación Natura*

### 3.4.8.4 Núcleos de 1.000m<sup>2</sup> con 28/29 especies, 28 módulos hexagonales y 196 individuos.

Se delimitaron parcelas de 32 x 32 m para un área total de 1,024 m<sup>2</sup>, los cuales se dividieron en cuatro cuadrantes. La nucleación intensiva o con siembra de alta densidad consta de 4 arreglos florísticos con 30 especies, 196 individuos y 6 grupos funcionales como se muestra en la figura 4. Cada módulo consta de 6 individuos de la misma especie rodeando una especie central que se repite en los otros 7 módulos del arreglo florístico.

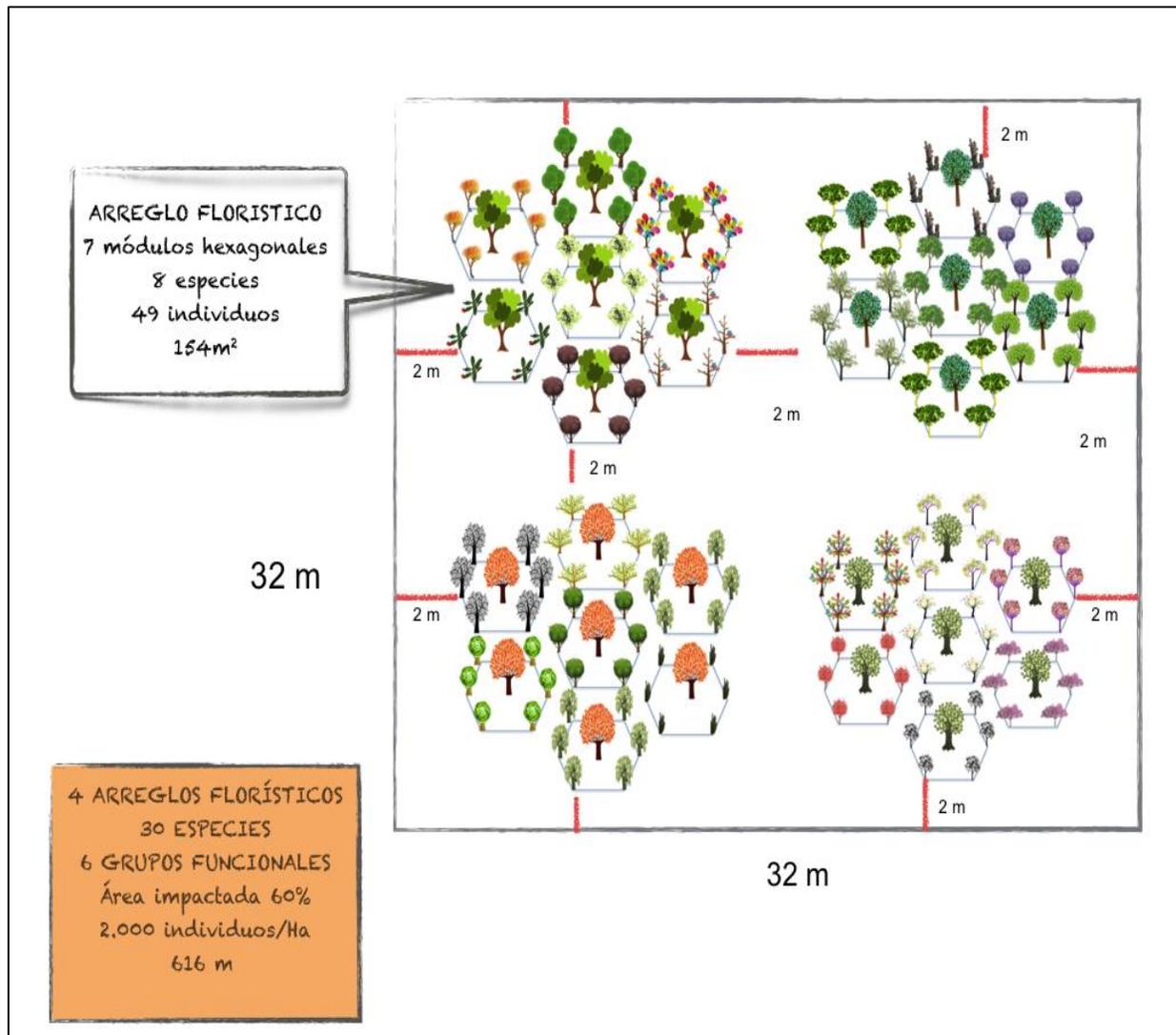


Figura 111. Núcleos de intensiva

Fuente: Fundación Natura

### 3.5 Método Battelle – Columbus

El modelo de evaluación de Impactos Ambientales (Battelle – Columbus) fue originalmente diseñado por el Battelle Memorial para evaluar el impacto de proyectos relacionados con recursos hídricos, específicamente en la planificación y gestión en Estados Unidos. Al aplicarlo a otros proyectos, sirve la metodología, pero hay que revisar los valores asignados a los índices ponderables e incluso modificar sus componentes, aunque recientemente se ha expandido notoriamente su campo de acción. El método es un tipo de lista de Comprobación o Verificación con escalas de ponderación que contempla la descripción de los factores ambientales, la ponderación valorativa de cada parámetro y la asignación de unidades de importancia. (Battelle Columbus Laboratories, 1972).

Se evidencia que este método Battelle Columbus se ha usado para diferentes escenarios aprovechando la ventaja que es subjetivo, ejemplos donde se ha aplicado: “En problemas geográficos de Chile, de la universidad de Chile por el programa de arquitectura y urbanismo” por (Bruna, 2008). También se utilizó en la aplicación de un método para evaluar el impacto ambiental de proyectos de construcción de edificaciones universitarias por (Mora-Barrantes, Molina-León, & Sibaja-Brenes, 2016); y aplicado al caso del Proyecto Hidroeléctrico Angamarca en afectación ambiental y socioeconómica de la construcción de una Central Hidroeléctrica por (“UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales,” 2009), al igual que el proyecto hidroeléctrico el Quimbo en Garzón Huila por (Méndez-Héctor, Guerrero-Olga & Yaneth-Delcy 2016 de la universidad Surcolombiana).

Este modelo opera sobre un árbol de factores ambientales organizado en cuatro categorías llamadas, ECOLOGIA, CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, ASPECTOS ESTETICOS,

ASPECTOS DE INTERESES HUMANO, que en segunda instancia se ordena en 18 componentes Ambientales llamados: Especies y Poblaciones, Hábitat y Comunidades, Ecosistema, Contaminación del aire, Contaminación del agua, Contaminación del suelo, Ruido, Aire, Agua, Suelo, Biota, Objetivos artesanales, Composición, Valores educacionales y Científicos, Valores históricos, Cultura, Sensaciones, Estilos de vida (Patrones culturales); en tercera instancia están ordenados en sub-grupos de 78 parámetros que serán los indicadores de impacto, referenciado en la tabla 1.

| PARÁMETROS                        |                                       |                               |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Pastizales y Praderas             | Perdidas en las cuencas hidrográficas | Arqueológico                  |
| Cosechas                          | DBO                                   | Ecológico                     |
| Vegetación natural                | Oxígeno disuelto                      | Geológico                     |
| Especies dañinas                  | Coliformes totales                    | Hidrológico                   |
| Aves de cazas continentales       | Carbono inorgánico                    |                               |
|                                   | Nitrógeno inorgánico                  | Arquitectura y estilos        |
| Pesquerías comerciales            | Fosforo inorgánico                    | Acontecimientos               |
| Vegetación natural                | Pesticidas                            | Personajes                    |
| Especies dañinas                  | pH                                    | Religiosos y culturales       |
| Pesca deportiva                   | Variación de flujo de la corriente    | "Frontera del Oeste"          |
| Aves acuáticas                    | Temperatura                           |                               |
|                                   | Sólidos disueltos totales             | Indios                        |
| Cadenas alimentarias              | Sustancias tóxicas                    | Grupos étnicos                |
| Uso del suelo                     | Turbidez                              | Grupos religiosos             |
| Especies raras y en peligro       |                                       |                               |
| Diversidad de especies            | Monóxido de carbono                   | Admiración                    |
|                                   | Hidrocarburos                         | Aislamiento, Soledad          |
| Cadenas alimentarias              | Óxidos de Nitrógeno                   | Misterio                      |
| Especies raras y en peligro       | Partículas sólidas                    | Integración con la naturaleza |
| Características fluviales         | Oxidantes fotoquímicos                |                               |
| Diversidad de especies            | Óxidos de azufre                      | Oportunidades de empleo       |
|                                   | Otros                                 | Vivienda                      |
| Material Geológico                |                                       | Interacciones sociales        |
| Relieve y caracteres topográficos | Uso del suelo                         |                               |
| Extension y alineaciones          | Erosión                               |                               |

Continuación de la Tabla 1. Parámetros

| PARÁMETROS                      |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Olor y visibilidad              | Ruido                             |
| Sonidos                         |                                   |
|                                 | Animales domésticos               |
| Presencia de agua               | Animales Salvajes                 |
| interfase agua-tierra           | Diversidad de tipos de vegetación |
| Olor y materiales flotantes     | Variación de tipos de vegetación  |
| Área de superficie de agua      |                                   |
| Márgenes arboladas y geológicas | Efectos de composición            |
|                                 | Elementos singulares              |
| Objetos Artesanales             |                                   |

*Tabla 1. 78 parámetros Ambientales – Battelle Columbus*

Se pretende que los parámetros se lleguen a evaluar en unidades comparables (conmensurables) representando valores que en lo posibles sean resultado de mediciones reales y que:

- Representen la calidad del medio ambiente.
- Sean fácilmente medibles sobre el terreno.
- Respondan a las exigencias del proyecto a evaluar, y
- Sean evaluables a nivel de proyecto

La metodología del Sistema de Evaluación Ambiental “SEA” se basa en la asignación de una unidad de importancia a cada parámetro. Estas unidades de importancia se denominan "unidades de importancia de parámetro" (UIP). Se distribuyen un total de 1,000 UIP entre los 78 parámetros. Esta distribución está basada en juicios de valor del equipo responsable por el desarrollo del método. Los valores de UIP se muestran en la Columna 4 del Tabla 2, la suma por componentes en la Columna 5, y la suma por categorías en la Columna 6. Para cada parámetro  $i$ , el  $(UIP)_i$

representa un peso  $w_i$ , en una escala de 0 a 1, que representa el índice de calidad ambiental. Efectuando la suma ponderada de los factores, se obtiene el valor de cada componente, de la categoría y el valor ambiental total.

| Categorías, Componentes y Parámetros – <i>UIP</i> |                        |                                 |  |             |           |
|---|------------------------|---------------------------------|--|-------------|-----------|
| (1)   | (2)                    | (3)                             | (4)                                      | (5)         | (6)       |
| Categorías  | Componentes            | Parámetros                      | Unidad de Importancia de Parámetro (UIP) |             |           |
|   |                        |                                 | Parámetros                               | Componentes | Categoría |
| Ecología  | Especies y poblaciones | 1. Pastizales y praderas        | 14                                       | 140         | 240       |
|   |                        | 2. Cosechas                     | 14                                       |             |           |
|   |                        | 3. Vegetación natural           | 14                                       |             |           |
|   |                        | 4. Especies dañinas             | 14                                       |             |           |
|   |                        | 5. Aves de caza continentales   | 14                                       |             |           |
|   |                        | 6. Pesquerías comerciales       | 14                                       |             |           |
|   |                        | 7. Vegetación natural           | 14                                       |             |           |
|   |                        | 8. Especies dañinas             | 14                                       |             |           |
|   |                        | 9. Pesca deportiva              | 14                                       |             |           |
|   |                        | 10. Aves acuáticas              | 14                                       |             |           |
|   | Hábitat y comunidades  | 11. Cadenas alimentarias        | 12                                       | 100         |           |
|   |                        | 12. Uso del suelo               | 12                                       |             |           |
|   |                        | 13. Especies raras y en peligro | 12                                       |             |           |
|   |                        | 14. Diversidad de especies      | 12                                       |             |           |
|   |                        | 15. Cadenas alimentarias        | 12                                       |             |           |
|   |                        | 16. Especies raras y en peligro | 12                                       |             |           |
|   |                        | 17. Características fluviales   | 12                                       |             |           |
|   |                        | 18. Diversidad de especies      | 12                                       |             |           |

Continuación de la tabla 2.

| Categorías, Componentes y Parámetros – UIP |                           |   |  |             |           |
|--|---------------------------|---|--|-------------|-----------|
| (1)  | (2)                       | (3)                                       | (4)                                      | (5)         | (6)       |
| Categorías                                 | Componentes               | Parámetros                                | Unidad de importancia de Parámetro (UIP) |             |           |
|  |                           |   | Parámetros                               | Componentes | Categoría |
| Contaminación Ambiental                    | Contaminación del Agua    | 19. Perdidas en las cuencas hidrográficas | 20                                       | 318         | 402       |
|  |                           | 20. DBO                                   | 25                                       |             |           |
|  |                           | 21. Oxígeno disuelto                      | 31                                       |             |           |
|  |                           | 22. Coliformes total                      | 18                                       |             |           |
|  |                           | 23. Carbono inorgánico                    | 22                                       |             |           |
|  |                           | 24. Nitrógeno inorgánico                  | 25                                       |             |           |
|  |                           | 25. Fosforo inorgánico                    | 28                                       |             |           |
|  |                           | 26. Pesticidas                            | 16                                       |             |           |
|  |                           | 27. pH                                    | 18                                       |             |           |
|  |                           | 28. Variación de flujo de la corriente    | 28                                       |             |           |
|  |                           | 29. Temperatura                           | 28                                       |             |           |
|  |                           | 30. Solidos disueltos totales             | 25                                       |             |           |
|  |                           | 31. Sustancias toxicas                    | 14                                       |             |           |
|  | 31. Turbidez              | 20  |  |             |           |
|  | Contaminación Atmosférica | 32. Monóxido de carbono                   | 5  | 52          |           |
|  |                           | 33. Hidrocarburos                         | 5  |             |           |
|  |                           | 34. Óxidos de Nitrógeno                   | 10                                       |             |           |
|  |                           | 35. Partículas solidas                    | 12                                       |             |           |
|  |                           | 36. Oxidantes fotoquímicos                | 5  |             |           |
|  |                           | 37. Óxidos de azufre                      | 10                                       |             |           |
| 38. Otros                                  |                           | 5   |  |             |           |
| Contaminación del suelo                    | 39. Uso del suelo         | 14  | 28                                       |             |           |
|  | 40. Erosión               | 14  |  |             |           |
| Ruido                                      | 41. Ruido                 | 4   | 4  |             |           |

Continuación de la tabla 2.

| Categorías, Componentes y Parámetros – UIP |                            |                                       |  |             |           |
|--|----------------------------|---------------------------------------|--|-------------|-----------|
| (1)  | (2)                        | (3)                                   | (4)                                      | (5)         | (6)       |
| Categorías                                 | Componentes                | Parámetros                            | Unidad de importancia de Parámetro (UIP) |             |           |
|  |                            |                                       | Parámetros                               | Componentes | Categoría |
| Aspectos Estéticos                         | Suelo                      | 42. Material Geológico                | 6  | 32          |           |
|  |                            | 43. Relieve y caracteres topográficos | 16                                       |             |           |
|  |                            | 44. Extensión y alineaciones          | 10                                       |             |           |
|  | Aire                       | 45. Olor y visibilidad                | 3  | 5           |           |
|  |                            | 46. Sonidos                           | 2  |             |           |
|  | Agua                       | 47. Presencia de agua                 | 10                                       | 52          |           |
|  |                            | 48. interfase agua-tierra             | 16                                       |             |           |
|  |                            | 49. Olor y materiales flotantes       | 6  |             |           |
|  |                            | 50. Área de superficie de agua        | 10                                       |             |           |
|  |                            | 51. Márgenes arboladas y geológicas   | 10                                       |             |           |
|  | Biota                      | 52. Animales domésticos               | 5  | 24          |           |
|  |                            | 53. Animales Salvajes                 | 5  |             |           |
|  |                            | 54. Diversidad de tipos de vegetación | 9  |             |           |
|  |                            | 55. Variación de tipos de vegetación  | 5  |             |           |
|  | Objetos Artesanales        | 56. Objetos Artesanales               | 10                                       | 10          |           |
| Composición                                | 57. Efectos de composición | 15                                    | 30                                       |             |           |
|  | 58. Elementos singulares   | 15                                    |  |             |           |
|  |                            |                                       |  | 153         |           |

Continuación de la Tabla 2.

| Categorías, Componentes y Parámetros – UIP |                                       |                                   |  |             |           |
|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--|-------------|-----------|
| (1)  | (2)                                   | (3)                               | (4)                                      | (5)         | (6)       |
| Categorías                                 | Componentes                           | Parámetros                        | Unidad de importancia de Parámetro (UIP) |             |           |
|  |                                       |                                   | Parámetros                               | Componentes | Categoría |
| Aspectos e intereses humanos               | Valores educativos y científicos      | 59. Arqueológico                  | 13                                       | 48          |           |
|  |                                       | 60. Ecológico                     | 13                                       |             |           |
|  |                                       | 61. Geológico                     | 11                                       |             |           |
|  |                                       | 62. Hidrológico                   | 11                                       |             |           |
|  | Valores históricos                    | 63. Arquitectura y estilos        | 11                                       | 55          |           |
|  |                                       | 64. Acontecimientos               | 11                                       |             |           |
|  |                                       | 65. Personajes                    | 11                                       |             |           |
|  |                                       | 66. Religiosos y culturales       | 11                                       |             |           |
|  |                                       | 67. "Frontera del Oeste"          | 11                                       |             |           |
|  | Culturas                              | 68. indios                        | 14                                       | 28          |           |
|  |                                       | 69. Grupos étnicos                | 7  |             |           |
|  |                                       | 70. Grupos religiosos             | 7  |             |           |
|  | Sensaciones                           | 71. Admiración                    | 11                                       | 37          |           |
|  |                                       | 72. Aislamiento, Soledad          | 11                                       |             |           |
|  |                                       | 73. Misterio                      | 4  |             |           |
|  |                                       | 74. Integración con la naturaleza | 11                                       |             |           |
|  | Estilos de vida (Patrones Culturales) | 75. Oportunidades de empleo       | 13                                       | 37          |           |
| 76. Vivienda                               |                                       | 13                                |  |             |           |
| 77. Interacciones sociales                 |                                       | 11                                |  |             |           |
| Suma Total (UIP)                           |                                       |                                   |  |             | 1000      |

Tabla 2. Categorías, componentes, y parámetros del SEA de Battelle. Víctor M. Ponce

Para transformar estos datos en “unidades de impacto ambiental” (UIA) se tiene que:

- Transformar los datos en su correspondiente equivalencia de índice de calidad ambiental para el parámetro correspondiente.
- Ponderar la importancia del parámetro considerado, según su importancia relativa dentro del medio ambiente.
- A partir de lo anterior, expresar el impacto neto como resultado de multiplicar el índice de calidad por su índice ponderal.

Para calcular el índice de calidad ambiental en unidades que sean comparables, se le asigna un valor de 1 al valor óptimo del parámetro y al pésimo el de 0, quedando comprendido entre ambos extremos los valores intermedios para definir los estados de calidad del parámetro.

La función de transformación  $f(M_i)$  o de evaluación de la calidad ambiental de un parámetro  $i$  en términos de magnitud ( $M$ ) se define como:

Ecuación 1:

$$CA_i = f(M_i)$$

*Ecuación 1. La función de transformación (Battelle Institute. Año 1972)*

Esta función (calidad – Magnitud) puede ser lineal con pendiente positiva o negativa, puede ser una curva con un punto máximo o mínimo, directa o inversa, dependiendo del comportamiento del

parámetro seleccionado y del entorno físico y socio económico del proyecto, pudiendo revisarse o modificarse de acuerdo con las necesidades particulares del caso.

Si consideramos que cada parámetro representa solo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto y, además, ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo. Para lograrlo, hay que reflejar la diferencia entre unos parámetros y otros, por su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o “índice ponderal”, expresado en forma de “unidades de importancia” distribuyendo cien, mil o los que se establezcan (el modelo original considera mil unidades) de manera relativa entre los parámetros considerados. Para evitar interpretaciones subjetivas, se recomienda que se usen los mismos índices ponderados en contextos socioeconómicos similares o proyectos homogéneos.

Por esta razón, el método Battelle - Columbus junto a cada parámetro, componente y la categoría, indican las unidades de importancia de parámetro (UIP) (ver tabla 2), es decir, que cada parámetro que hay en el método tiene estandarizado un valor numérico que se le denomina Calidad Ambiental; la sumatoria de los componentes ambientales es de esos valores estandarizados de los parámetros, las cuatro categorías tiene una sumatoria que corresponden a la agrupación de parámetros y componentes, por lo tanto el valor de la sumatoria total de 1000 de UIP .

Para la obtención de las unidades de impacto neto (conmensurables), en caso de que los parámetros no definidos no se hallen en situación óptima, su contribución a la situación del medio vendrá disminuida en el mismo porcentaje que su calidad y, en consecuencia, sus unidades de impacto ambiental (UIA) expresadas por:

Ecuación 2:

$$UIA = (CA) * (UIP)$$

UIA = Unidades de Impacto Ambiental  
CA = Calidad Ambiental  
UIP = Unidad de Importancia Ponderal

*Ecuación 2. Unidad de importancia ponderal (Battelle Año 1972)*

Aplicando el sistema establecido a la situación del medio si se lleva a cabo el proyecto (“con proyecto”) y a la que tendría el medio si no se realiza (por la suma del estado cero y la evolución sin proyecto previsible), tendremos para cada parámetro unos valores cuya diferencia nos indicará el impacto de cómo se encuentra la calidad ambiental de cada parámetro evaluado.

Ecuación 3:

$$(UIA)_{con\ proyecto} - (UIA)_{sin\ proyecto} = (UIA)_{con\ proyecto}$$

*Ecuación 3. Impacto neto (Battelle Año 1972)*

Que puede ser positivo o negativo, considerando además que las UIA evaluadas para cada parámetro, son conmensurables, podemos sumarlas y evaluar el impacto global de las distintas alternativas de un proyecto para obtener la óptima por comparación. Al mismo tiempo, sirve esta evaluación global para tomar las medidas conducentes a minimizar el impacto ambiental del proyecto y apreciar la degradación del medio como resultado del proyecto, tanto globalmente como en sus distintos sectores (categorías, componentes o parámetros).

Para cada parámetro pueden reflejarse los valores en UIA correspondientes “con proyecto”, “sin proyecto” y el referente al proyecto por diferencia de los dos. El impacto total del proyecto será la suma de los impactos, expresados en UIA.

Del sistema original, lo válido es el marco conceptual y la metodología de cálculo de las UIA a través de las funciones de transformación. Por consiguiente, el primer paso es definir los factores ambientales e indicadores de impacto relativos al proyecto y luego establecer la matriz, con la ponderación de los parámetros.

El modelo dispone además de un “sistema de alerta” por considerar que hay que destacar ciertas situaciones críticas. Aunque el impacto ambiental de un proyecto sea admisible, puede haber ciertos parámetros que hayan sido afectados en forma más o menos admisible, a tal efecto se establece la utilización de banderas o señales producidas por el proyecto. Pueden reflejarse así para cada parámetro, los valores en UIA neto correspondientes a:

Con Proyecto,  $(UIA)_i (cp)$

Sin Proyecto,  $(UIA)_i (sp)$

Debido al proyecto,  $(UIA) (dp)$  por la diferencia de ambos

Ecuación 4:

$$\text{Impacto global} = \sum_{i=0}^{i=n} (UIA)_{i(dp)}$$

*Ecuación 4. Impacto global (Battelle Año 1972)*

La figura que se muestra a continuación esquematiza el sistema de valoración de este método, con cuatro categorías, diez y ocho componentes y setenta y ocho parámetros ambientales.

Los resultados se van asentando en las hojas de valoración como las de las tablas que se muestran siguientes a la figura expuesta, en ellas se representa el formato del sistema de valoración y sobre ellas se hacen los cálculos, que finalmente conducen a la evaluación del impacto global.

(Anonimo, n.d.)

| Distribución puntajes Método de Batelle   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <b>Ecología</b> 240   | <b>Contaminación ambiental</b> 402  | <b>Aspectos estéticos</b> 153  | <b>Aspectos de interés humano</b> 205   |
| <b>Poblaciones terrestres</b><br>Pastos (14)<br>Cosechas (14)<br>Veg. natural (14)<br>Plagas (14)<br>Animales caza terrestre (14)<br><br><b>Poblaciones acuáticas</b><br>Pesca comercial (14)<br>Veg. natural (14)<br>Plagas (14)<br>Pesca deportiva (14)<br>Aves acuáticas (14)<br><b>140</b>  | <b>Contaminación de agua</b><br>Pérdidas en las c.h. (20)<br>DBO (25)<br>Oxígeno disuelto (32)<br>Coliformes fecales (18)<br>C. inorgánico (22)<br>N. inorgánico (25)<br>Fosfato inorgánico (28)<br>Pesticidas (16)<br>pH (18)<br>Variación de flujo (28)<br>Temperatura (28)<br>Sólidos disueltos (25)<br>Sustancias tóxicas (14)<br>Turbidez (20)<br><br><b>318</b> | <b>Suelo</b><br>Material geológico superficial (6)<br>Relieve y topografía (16)<br>Extensión (10)<br><b>32</b><br><br><b>Aire</b><br>Olor y visibilidad (3)<br>Sonidos (2)<br><b>5</b><br><br><b>Agua</b><br>Presencia de agua (10)<br>Interfase suelo y agua (16)<br>Olor y materiales flotantes (5)<br>Area de la superficie de agua (10)<br>Márgenes arboladas y geológicas (10)<br><br><b>52</b> | <b>Valores educativos y científicos</b><br>Arqueológico (13)<br>Ecológico (13)<br>Geológico (11)<br>Hidrológico (11)<br><b>48</b><br><br><b>Valores históricos</b><br>Arquitectura y estilos (11)<br>Acontecimientos (11)<br>Personales (11)<br>Religiones y culturas (11)<br>Fronteras (11)<br><b>55</b><br><br><b>Culturas</b><br>Indígenas (14)<br>Otros grupos étnicos (7)<br>Grupos religiosos (7)<br><b>28</b><br><br><b>Sensaciones</b><br>Admiración (11)<br>Aislamiento (11)<br>Misterio (4)<br><br>Integración con la naturaleza (11)<br><b>37</b><br><br><b>Estilos de vida (Patrones culturales)</b><br>Oportunidad de empleo (13)<br>Vivienda (13)<br>Interacciones sociales (11)<br><b>37</b> |
| <b>Hábitats y comunidades terrestres</b><br>Cadenas alimenticias (12)<br>Uso del suelo (12)<br>Especies amenazadas (12)<br>Diversidad de especies (14)<br><br><b>Hábitats y comunidades acuáticas</b><br>Cadenas alimenticias (12)<br>Especies amenazadas (12)<br>Características fluviales (12)<br><br>Diversidad de especies (14)<br><b>100</b> | <b>Contaminación atmosférica</b><br>Monóxido de Carbono (5)<br>Hidrocarbonatos (5)<br>Oxidos de Nitrógeno (10)<br><br>Partículas sólidas (12)<br>Oxidantes fotoquímicos (5)<br><br>Oxidos de Azufre (10)<br>Otros (5)<br><b>52</b>  | <b>Biota</b><br>Animales domésticos (5)<br>Animales salvajes (5)<br>Diversidad tipos vegetación (9)<br>Variedad dentro de tipos de vegetación (5)<br><br><b>24</b><br><br><b>Objetos artesanales</b><br>Objetos artesanales (10)<br><b>10</b>  |   |
| <b>Ecosistemas</b><br>Unicamente descriptiva  | <b>Contaminación del suelo</b><br>Uso del suelo (14)<br><br>Erosión (14)<br><b>28</b>   | <b>Composición</b><br>Efectos de composición (15)<br>Elementos singulares (15)<br><b>30</b>  |   |
|   | <b>Contaminación por ruido</b><br>Ruido (4)<br><b>4</b>   |  |   |

Tabla 3. Distribución Puntaje del método Battelle-Columbus

| <b>Matriz Battelle - Columbus</b> |   |           |                    |
|-----------------------------------|---|-----------|--------------------|
| <b>ECOLOGÍA</b>                   | <b>Valor unidades impacto Ambiental (UIA)</b> |           |                    |
| <b>Especies y Poblaciones</b>     | <b>CP</b>                                     | <b>SP</b> | <b>Cambio neto</b> |
| <i><b>Terrestres</b></i>          |   |           |                    |
| (14) Pastizales y praderas        |   |           |                    |
| (14) Cosechas                     |   |           |                    |
| (14) Vegetación natural           |   |           |                    |
| (14) Especies dañinas             |   |           |                    |
| (14) Aves de caza continentales   |   |           |                    |
| <i><b>Acuáticas</b></i>           |   |           |                    |
| (14) Pesquerías comerciales       |   |           |                    |
| (14) vegetación natural           |   |           |                    |
| (14) Especies dañinas             |   |           |                    |
| (14) Pesca deportiva              |   |           |                    |
| (14) Aves acuáticas               |   |           |                    |
| <i><b>(140) Subtotal</b></i>      |   |           |                    |
| <b>Hábitat y comunidades</b>      |   |           |                    |
| <i><b>Terrestres</b></i>          |   |           |                    |
| (12) Cadenas alimentarias         |   |           |                    |
| (12) Uso del suelo                |   |           |                    |
| (12) Especies raras y en peligro  |   |           |                    |
| (14) Diversidad de especies       |   |           |                    |
| <i><b>Acuáticas</b></i>           |   |           |                    |
| (12) Cadenas alimentarias         |   |           |                    |
| (12) Especies raras y en peligro  |   |           |                    |
| (12) Características fluviales    |   |           |                    |
| (14) Diversidad de especies       |   |           |                    |
| <i><b>(100) Subtotal</b></i>      |   |           |                    |
| <b>(240) Ecología Total</b>       |   |           |                    |

Continuación de la tabla 4.

| <b>Matriz Battelle - Columbus</b>          |  |    |             |
|--|--|----|-------------|
| <b>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b>             | Valor unidades impacto Ambiental (UIA) |    |             |
| <b>Contaminación del suelo</b>             | CP                                     | SP | Cambio neto |
| (20) Pérdidas en las cuencas hidrográficas |  |    |             |
| (25) DBO                                   |  |    |             |
| (32) Oxígeno disuelto                      |  |    |             |
| (18) Coliformes fecales                    |  |    |             |
| (22) Carbono inorgánico                    |  |    |             |
| (28) Fósforo inorgánico                    |  |    |             |
| (16) Pesticidas                            |  |    |             |
| (18) pH                                    |  |    |             |
| (28) Temperatura                           |  |    |             |
| (25) Sólidos disueltos totales             |  |    |             |
| (14) Sustancias tóxicas                    |  |    |             |
| (20) Turbidez                              |  |    |             |
| <b>(318) Subtotal</b>                      |  |    |             |
| <b>Contaminación atmosférica</b>           |  |    |             |
| (05) Monóxidos de carbono                  |  |    |             |
| (05) Hidrocarburos                         |  |    |             |
| (10) Óxidos de nitrógeno                   |  |    |             |
| (12) Partículas sólidas                    |  |    |             |
| (05) Oxidantes fotoquímicos                |  |    |             |
| (10) Óxidos de azufre                      |  |    |             |
| (05) Otros                                 |  |    |             |
| <b>(52) Subtotal</b>                       |  |    |             |
| <b>Contaminación del suelo</b>             |  |    |             |
| (14) Uso del suelo                         |  |    |             |
| (14) Erosión                               |  |    |             |
| <b>(28) Subtotal</b>                       |  |    |             |

Continuación de la Tabla 4.

| <b>Matriz Battelle - Columbus</b>          |  |    |             |
|--|--|----|-------------|
| <b>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b>             | Valor unidades impacto Ambiental (UIA) |    |             |
| <i>Contaminación por el ruido</i>          | CP                                     | SP | Cambio neto |
| (04) Ruido                                 |  |    |             |
| <b>(402) Contaminación ambiental total</b> |  |    |             |
| <b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>                  | Valor unidades impacto Ambiental (UIA) |    |             |
| <i>Suelo</i>                               | CP                                     | SP | Cambio neto |
| (06) Material geológico                    |  |    |             |
| (16) Relieve y caracteres topográficos     |  |    |             |
| (10) Extensión y alineaciones              |  |    |             |
| <b>(32) Subtotal</b>                       |  |    |             |
| <b>Aire</b>                                |  |    |             |
| (03) Olor y visibilidad                    |  |    |             |
| (02) Sonidos                               |  |    |             |
| <b>(05) Subtotal</b>                       |  |    |             |
| <b>Agua</b>                                |  |    |             |
| (10) Presencia de agua                     |  |    |             |
| (16) Interfase agua-tierra                 |  |    |             |
| (06) Olor y materiales flotantes           |  |    |             |
| (10) Área de superficie de agua            |  |    |             |
| (10) Márgenes arboladas y geológicas       |  |    |             |
| <b>(52) Subtotal</b>                       |  |    |             |

Continuación de la Tabla 4.

| <b>Matriz Battelle – Columbus</b>          |   |    |             |
|--|---|----|-------------|
| <b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>                  | <b>Valor unidades impacto Ambiental (UIA)</b> |    |             |
| <i>Biota</i>                               | CP  | SP | Cambio neto |
| (05) Animales domésticos                   |   |    |             |
| (05) Animales Salvajes                     |   |    |             |
| (09) Diversidad de tipo de vegetación      |   |    |             |
| (05) Variación de tipos de vegetación      |   |    |             |
| <b>(24) Subtotal</b>                       |   |    |             |
| <b>Objetos artesanales</b>                 |   |    |             |
| (10) Objetos artesanales                   |   |    |             |
| <b>(10) Subtotal</b>                       |   |    |             |
| <b>Composición</b>                         |   |    |             |
| (15) Efectos de composición                |   |    |             |
| (15) Elementos Singulares                  |   |    |             |
| <b>(30) Subtotal</b>                       |   |    |             |
| <b>(153) Factores estéticos total</b>      |   |    |             |
| <b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>                  | <b>Valor unidades impacto Ambiental (UIA)</b> |    |             |
| <i>Valores educacionales y científicos</i> | CP  | SP | Cambio neto |
| (13) Arqueológico                          |   |    |             |
| (13) Ecológico                             |   |    |             |
| (11) Geológico                             |   |    |             |
| (11) Hidrológico                           |   |    |             |
| <b>(48) Subtotal</b>                       |   |    |             |
| <b>Valores históricos</b>                  |   |    |             |
| (11) Arquitectura y estilos                |   |    |             |
| (11) Acontecimientos                       |   |    |             |
| (11) Religiosos y culturales               |   |    |             |
| (11) "Fronteras del oeste"                 |   |    |             |
| <b>(55) Subtotal</b>                       |   |    |             |

Continuación de la tabla 4.

| <b>Matriz Battelle – Columbus</b>             |  |    |             |
|---|--|----|-------------|
| <b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>                     | Valor unidades impacto Ambiental (UIA) |    |             |
| <i>Culturas</i>                               | CP                                     | SP | Cambio neto |
| (14) indios                                   |  |    |             |
| (07) Grupos étnicos                           |  |    |             |
| (07) Grupos religiosos                        |  |    |             |
| <b>(28) Subtotal</b>                          |  |    |             |
| <b>Sensaciones</b>                            |  |    |             |
| (11) Admiración                               |  |    |             |
| (11) aislamiento, soledad                     |  |    |             |
| (04) Misterio                                 |  |    |             |
| (11) Integración con la naturaleza            |  |    |             |
| <b>(37) Subtotal</b>                          |  |    |             |
| <b>Estilo de vida (Patrones culturales)</b>   |  |    |             |
| (13) oportunidades de empleo                  |  |    |             |
| (13) Vivienda                                 |  |    |             |
| (11) Interacciones sociales                   |  |    |             |
| <b>(37) Subtotal</b>                          |  |    |             |
| <b>(205) Factores de interes humano total</b> |  |    |             |

| <b>Resumen de resultados</b>              |                   |          |                         |                    |                              |       |
|---|-------------------|----------|-------------------------|--------------------|------------------------------|-------|
|   |                   | Ecología | Contaminación ambiental | Aspectos estéticos | Factores de intereses humano | Total |
| Valor unidades de impacto ambiental (UIA) | Señales de alerta |          |                         |                    |                              |       |
|   | CP                |          |                         |                    |                              |       |
|   | SP                |          |                         |                    |                              |       |
|   | Cambio neto       |          |                         |                    |                              |       |

Tabla 4. Distribución de la Matriz Battelle-Columbus

## METODOLOGÍA

A continuación, se describe la metodología llevada adelante para la realización del trabajo.

### 4.1 Área de Estudio

El área general se ubica en el centro del departamento del Huila, Colombia, dentro del área de influencia del proyecto hidroeléctrico el Quimbo, al sur de la cabecera municipal del Agrado, en la vereda San José de Belén, en el predio la Laguna que tiene una extensión de 54 ha, en donde se implementaron las estrategias de restauración ecológica, teniendo en cuenta el tipo de cobertura que se identificó en la zona.

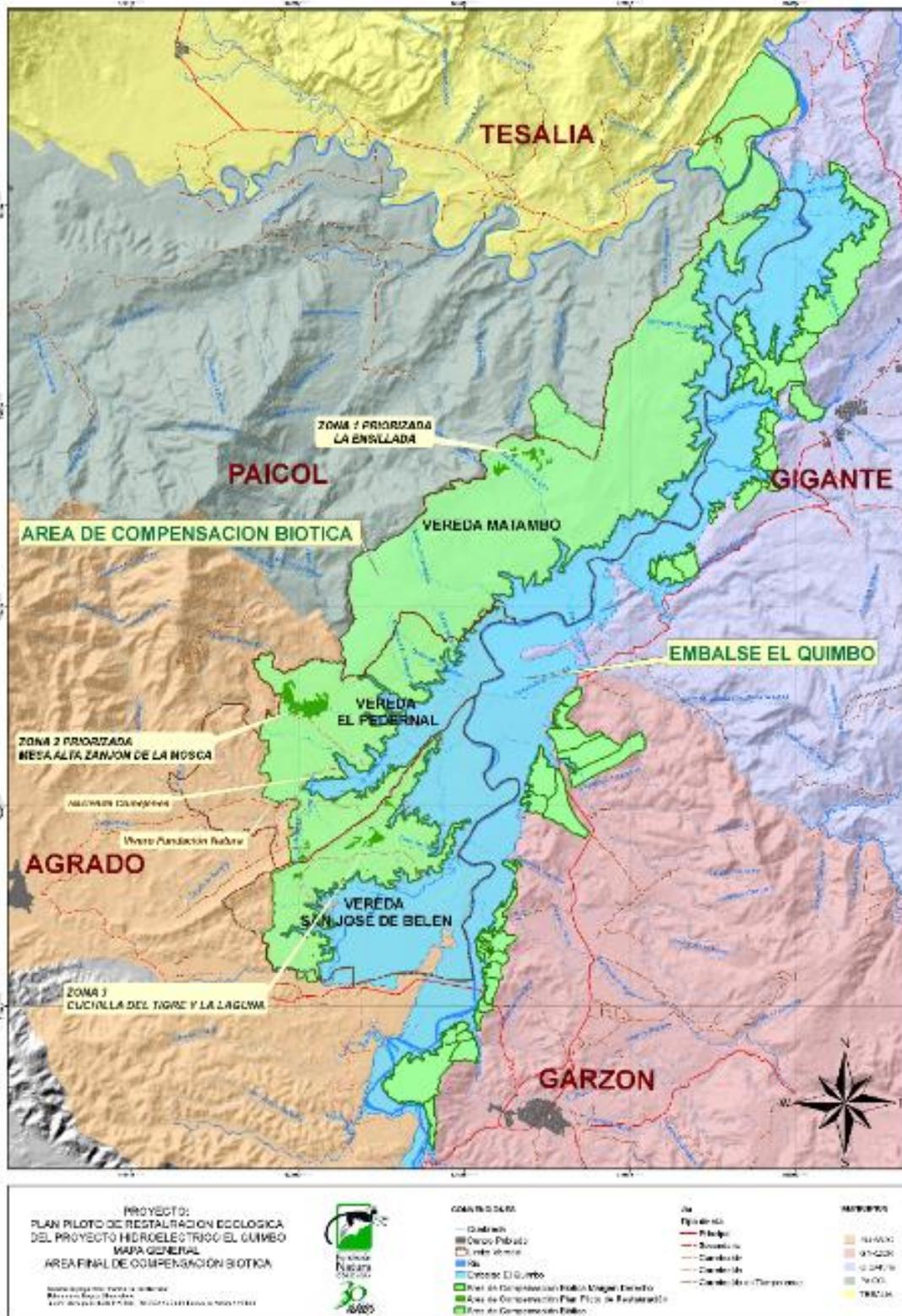
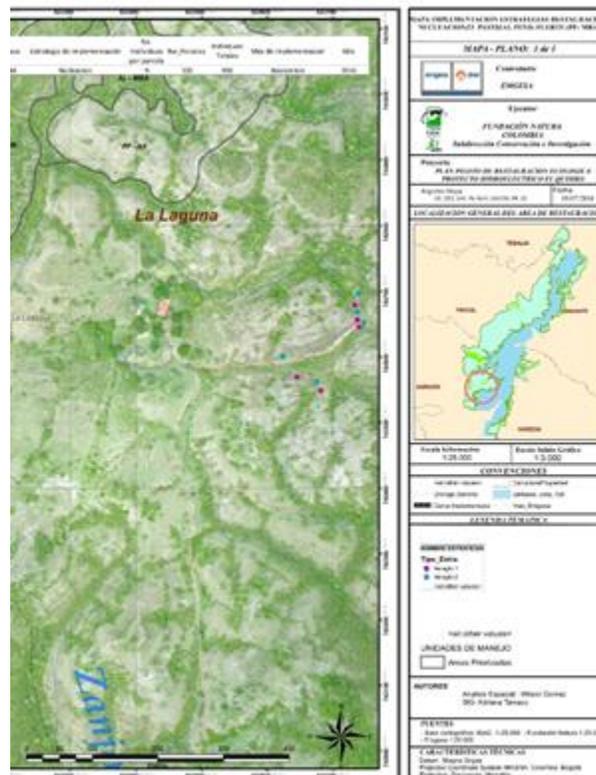


Figura 12. Zona de compensación ambiental de la Central Hidroeléctrica El Quimbo

Fuente: Fundación Natura

Para realizar la aplicación del método Battelle – Columbus al área de estudio, debido al uso del suelo del predio la Laguna, donde presenciaba un alto impacto por actividades ganaderas y agrícolas, por ende se seleccionó un área de 5 ha para el estudio, donde se encuentra la mayor parte de este tipo de estrategia de restauración ecológica de nucleación en pastizales con y sin remoción de suelo, con núcleos de 2m<sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies implementada en el área (figura 7), el objetivo de esta estrategia debido a la presencia de especies con problemas de conservación, es controlar la matriz de gramíneas invasoras, mejorar la humedad y fertilidad del suelo, proveen alimento y hábitat para la fauna, aportan complejidad estructural y favorecen el avance sucesional, (figura 13).



*Figura 13. Ubicación del área de estudio con la estrategia de restauración ecológica*

*Figura 13. Ubicación del área de estudio con la estrategia de restauración ecológica*

*Figura 13. Ubicación del área de estudio con la estrategia de restauración ecológica*

*Figura 13. Ubicación del área de estudio con la estrategia de restauración ecológica*

*Fuente: Fundación Natura*

#### **4.2 Determinación de las características previas al proyecto hidroeléctrico El Quimbo del predio la Laguna, en cuanto al uso del suelo.**

Para el desarrollo de este trabajo se realizó en primera medida un recorrido de campo para identificar el área de estudio, y determinar, visualmente las características de esta zona, por ende, se preguntó a los vecinos aledaños al predio la Laguna sus opiniones acerca de cómo era el predio tiempos atrás, de acuerdo al tema de estudio.

Las fuentes consultadas para conocer un poco más el predio, fueron el acta de inventario ficha predial del grupo Enel, (ver anexo 1). En la mayoría de los casos la información fue procesada y adaptada por el autor.

Como se mencionó anteriormente se realizaron entrevistas personales con los trabajadores primarios con labor de jornaleros en el predio, donde se le hicieron una serie de preguntas, (ver

anexo 3), para lograr determinar el uso del suelo, y tipos de sistemas productivos. Los datos fueron consignados en un libro de Excel, ordenados de acuerdo a los años de antigüedad laborados.

Así mismo para conocer el durante y el después de este proceso, son las evidencias fotográficas del proceso de restauración ecológica de la zona (ver anexo5), realizada por fundación natura; con toda esta información se procedió a desarrollar, teniendo en cuenta lo observado en el área, para identificar las características previa de la zona.

#### **4.3 Aplicación del método BATTELLE – COLUMBUS en el uso del suelo en el predio La Laguna dentro del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado Huila Colombia**

Se hicieron salidas de campo, para recopilar información del terreno, principalmente de los componentes ambientales, territoriales y socioeconómicos que conforman el área de estudio. Determinar a través de la metodología de evaluación ambiental (Método Battelle - Columbus), los posibles impactos ambientales que son generados por ciertas actividades agropecuarias y/o mejoramiento del uso del suelo para un área protegida.

Se aplicó los 4 componentes ambientales: ecología, aspectos estéticos, contaminación ambiental y aspectos de intereses humano; donde no se aplicaron lo 78 parámetros porque la situación no se relacionaba algunos parámetros óptimos a evaluar sobre el uso del suelo, así mismo no se dio la distribución de las 1000 unidades, "unidades de importancia de parámetro" (UIP).

Este sistema se aplicó a los escenarios con y sin proyecto, se adaptó el método Battelle – Columbus por lo que solo se aplicaron 58 parámetros con una distribución de 742 unidades, como

suma de las situaciones optima de los parámetros definidos; donde son los criterios identificados y determinados para hacer la evaluación del área de estudio. Gracias a la transformación en unidades conmensurables y comparables, se pueden sumar y evaluar el impacto global, de las distintas alternativas de un mismo proyecto. (ALEJANDRA PATRICIA TORRES GALARZA, 2014).

#### **4.4 Determinación de los aspectos positivos y negativos derivados del método BATTELLE – COLUMBUS en el uso del suelo en la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo**

La jerarquización de los impactos fue definida una vez obtenida la valoración de éstos a través de la aplicación del procedimiento descrito; una vez identificados, valorados y jerarquizados los impactos ambientales significativos, se identificaron los aspectos positivos y negativos de acuerdo a los resultados arrojados del método Battelle – Columbus.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Características previas al proyecto hidroeléctrico El Quimbo del predio la Laguna, en cuanto al uso del suelo.**

Se identificaron algunas características del uso del suelo del predio, realizando entrevistas a los trabajadores, teniendo en cuenta el acta de inventario ficha predial, y registro social; con el fin de analizar cómo fue la producción del área. (ver anexo1).

Teniendo en cuenta los estudios realizados por Fundación Natura de la textura del suelo en el componente de zonificación, y las condiciones del suelo implementando diferentes coberturas. (ver anexo 2). Los resultados obtenidos son datos variables que permiten deducir que la textura del suelo puede variar aun teniendo la misma cobertura vegetal, la mayoría de dichas coberturas presentan varios tipos de textura de suelo, lo que indica que definir un tipo de suelo por cobertura sería erróneo, sin embargo, hay cuatro coberturas vegetales que si presentan un solo tipo de textura de suelo, como: herbazal denso de tierra firme con arbustos, bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos, bosque fragmentado alto y afloramiento rocoso. (ver anexo 3). No se pudo teorizar específicamente la caracterización completa del suelo según la cobertura vegetal, puesto que los factores que condicionan la formación y evolución del suelo del predio conducen a diferentes perfiles y tipos de suelo a la cual no se les realizo un estudio determinado.

Debido a lo anteriormente mencionado el predio la Laguna se caracterizó por su escasa diversificación productiva. La principal actividad productiva era la ganadería extensiva con el establecimiento de coberturas vegetales formadas por pastos enmalezados con 2,39 Ha. El principal cultivo de cosecha era el cacao, con 2,61 Ha en estado de decadencia Regular representado casi el 80% de los cultivos cosechados en el área.

| <b>USO</b>  | <b>ÁREA (Ha)</b> |
|---|------------------|
| Principal cultivo de Cacao híbrido                        | 2,61             |
| Pastos de pastoreo de ganadería extensiva (cebú, criollo) | 37,87            |
| Construcciones y áreas comunes                            | 0,8              |
| coberturas vegetales formadas por pastos enmalezados      | 2,39             |
| Lagunas o Humedales                                       | 0,5              |

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Pasto de corte morado y Maralfalfa | 1,22 |
| Otros Cultivos                     | 1    |
| Usos Forestales                    | 10   |

*Tabla 5. Uso suelo Predio Laguna*

De las entrevistas realizadas se logró determinar los aspectos que se describen a continuación (ver anexo 3):

Entre los años 2000 y 2008 la producción ganadera estuvo conformada en promedio por 30 cabezas de ganado cebú, criollo, con un manejo de 160 litros de leche diarios; en términos agrícolas el cultivo que se manejaba era cacao híbrido con 500 kilogramos en época alta en el mes de febrero.

Entre los años 2009 al 2014 la producción ganadera aumento su promedio a 60 cabezas de ganado cebú, criollo, con un manejo de 480 litros diarios de leches, lo que pudo generar una sobrecarga y por ende sobrepastoreo dado por una ganadería extensiva carente de manejo por largos periodos de tiempos, que refleja procesos de degradación y baja producción de biomasa afectando el sostenimiento productivo

El Cacao híbrido sembrado por lotes se recogían en las cosechas 1375 kilogramos semestrales, teniendo en cuenta las épocas altas del mes de febrero y octubre; incluyendo otros cultivos transitorios como el Maíz y el Sorgo.

Con lo anterior hay que considerar que la ganadería puede generar dos factores de degradación del suelo, por un lado, se puede dar la compactación del suelo, y por el otro lado, la pulverización del mismo. En época de lluvias y con el pisoteo del ganado se da la compactación del suelo, lo que a la vez evita la infiltración del agua de lluvia, es decir, provoca inundaciones; en época seca del año se puede producir la pulverización del suelo por el pisoteo del ganado, lo que provoca erosión

eólica o hídrica respectivamente por el viento o la lluvia. Es por eso que se tiende a la pérdida de suelo, ya que se pierden los requerimientos esenciales (nutrientes, minerales) para el desarrollo de la vegetación, lo cual genera menor valor nutritivo para los animales, menor regeneración de plantas, lo que se va perdiendo con el pasar del tiempo su capacidad productiva, conllevando a la utilización del sistema de ganadería extensiva y al inadecuado manejo de ello.

Se evidenció que la producción pecuaria es alta por la forma que se utilizaba el suelo, y así mismo su degradación ambiental. En cuanto a los cultivos sembrados en la zona como el Cacao, Maíz y Sorgo, su producción es baja por su topografía, el suelo, el clima y aspectos abióticos.

Teniendo presente que el grado de impacto al suelo se evaluó separado debido a que en esta zona se practicaban actividades agropecuarias; las acciones más alterantes sobre el componente del suelo ha sido la compactación debido al pisoteo del ganado extensivo, al igual que las actividades agrícolas lo que genera es la reducción de ecosistemas por estar dentro del área de influencia del bosque seco tropical, por el cual hay que talar áreas de bosque para tener un suelo apto para el cultivo, que a mediano plazo se va produciendo erosión; debido al cambio de usos del suelo o cambios en el ecosistema que provoca una fragmentación y perturbación en la flora y fauna, donde es alterado el hábitat. Todo esto es dado por un valor de impacto ambiental sin proyecto antes de la ejecución del proyecto plan piloto de restauración ecológica Bs-t.

**5.2. Aplicar el método BATTELLE – COLUMBUS de la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo en el uso del suelo en el predio La Laguna en el municipio del Agrado Huila Colombia**

Se define los parámetros ambientales de impacto relativo del proyecto, el antes teniendo en cuenta la información dicha por los trabajadores entrevistados, lo durante y después con las evidencias fotográficas y lo observado para evaluar el caso.

## CATEGORIA 1

### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

| ECOLOGIA                        | Valor Unidades Impacto (UIA) |            |            |                   |             |             |             |
|---------------------------------|------------------------------|------------|------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                 | CP                           | SP         | Resta      | Calidad Ambiental | CP          | SP          | cambio neto |
| <b>ESPECIES Y POBLACIONES</b>   |                              |            |            |                   |             |             |             |
| <b>TERRESTRES</b>               |                              |            |            |                   |             |             |             |
| (14) Pastizales y praderas      | 1                            | 0,4        | 0,6        | 14                | 14          | 5,6         | 8,4         |
| (14) Cosechas                   | 0                            | 0,6        | -0,6       | 14                | 0           | 8,4         | -8,4        |
| (14) Vegetación natural         | 1                            | 0,5        | 0,5        | 14                | 14          | 7           | 7           |
| (14) Especies dañinas           | 0,5                          | 0,8        | -0,3       | 14                | 7           | 11,2        | -4,2        |
| (14) Aves de caza continentales | 0,9                          | 0,3        | 0,6        | 14                | 12,6        | 4,2         | 8,4         |
| <b>ACUATICAS</b>                |                              |            |            |                   |             |             |             |
| (14) Pesquerías comerciales     | 0                            | 0,3        | -0,3       | 14                | 0           | 4,2         | -4,2        |
| (14) Vegetación natural         | 1                            | 0,5        | 0,5        | 14                | 14          | 7           | 7           |
| (14) Especies dañinas           | 0                            | 0          | 0          | 14                | 0           | 0           | 0           |
| (14) Pesca deportiva            | 0                            | 0          | 0          | 14                | 0           | 0           | 0           |
| (14) Aves acuáticas             | 0                            | 0,3        | -0,3       | 14                | 0           | 4,2         | -4,2        |
| <b>(140) subtotal</b>           | <b>4,4</b>                   | <b>3,7</b> | <b>0,7</b> | <b>112</b>        | <b>61,6</b> | <b>51,8</b> | <b>9,8</b>  |
| <b>HÁBITATS Y COMUNIDADES</b>   |                              |            |            |                   |             |             |             |
| <b>TERRESTRES</b>               |                              |            |            |                   |             |             |             |
| (12) Cadenas alimentarias       | 0,9                          | 0,5        | 0,4        | 12                | 10,8        | 9,72        | 1,08        |

|                                  |            |            |            |            |              |              |              |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| (12) Uso del suelo               | 1          | 0,5        | 0,5        | 12         | 12           | 6            | 6            |
| (12) Especies raras y en peligro | 1          | 0,5        | 0,5        | 12         | 12           | 12           | 0            |
| (12) Diversidad de especies      | 1          | 0,6        | 0,4        | 14         | 14           | 8,4          | 5,6          |
| <b>ACUATICAS</b>                 |            |            |            |            | 0            | 0            |              |
| (12) Cadenas alimentarias        | 0          | 0          | 0          | 12         | 0            | 0            | 0            |
| (12) Especies raras y en peligro | 0          | 0          | 0          | 12         | 0            | 0            | 0            |
| (12) Características fluviales   | 0          | 0          | 0          | 12         | 0            | 0            | 0            |
| (14) Diversidad de especies      | 0          | 0          | 0          | 14         | 0            | 0            | 0            |
| <b>(100) subtotal</b>            | <b>3,9</b> | <b>2,1</b> | <b>1,8</b> | <b>50</b>  | <b>48,8</b>  | <b>36,12</b> | <b>12,68</b> |
| <b>(240) Ecología Total</b>      | <b>8,3</b> | <b>5,8</b> | <b>2,5</b> | <b>162</b> | <b>110,4</b> | <b>87,92</b> | <b>22,48</b> |

## CATEGORIA 2.

### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

#### Valor Unidades Impacto (UIA)

| <b>ASPECTOS ESTETICOS</b>              | <b>CP</b>  | <b>SP</b>  | <b>Resta</b> | <b>Calidad Ambiental</b> | <b>CP</b>   | <b>SP</b>   | <b>cambio neto</b> |
|--|------------|------------|--------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------------|
| <b>Suelo</b>                           |            |            |              |                          |             |             |                    |
| (06) Material Geológico                | 0,6        | 0,4        | 0,2          | 6                        | 3,6         | 2,4         | 1,2                |
| (16) Relieve y caracteres topográficos | 0,7        | 0,7        | 0            | 16                       | 11,2        | 11,2        | 0                  |
| (10) Extensión y alineaciones          | 1          | 1          | 0            | 10                       | 10          | 10          | 0                  |
| <b>(32) Subtotal</b>                   | <b>2,3</b> | <b>2,1</b> | <b>0,2</b>   | <b>32</b>                | <b>24,8</b> | <b>23,6</b> | <b>1,2</b>         |
| <b>Aire</b>                            |            |            |              |                          |             |             |                    |
| (03) Olor y visibilidad                | 1          | 0,7        | 0,3          | 3                        | 3           | 2,1         | 0,9                |
| (02) Sonidos                           | 0,9        | 0,7        | 0,2          | 2                        | 1,8         | 1,4         | 0,4                |
| <b>(05) Subtotal</b>                   | <b>1,9</b> | <b>1,4</b> | <b>0,5</b>   | <b>5</b>                 | <b>4,8</b>  | <b>3,5</b>  | <b>1,3</b>         |
| <b>Agua</b>                            |            |            |              |                          |             |             |                    |
| (10) Presencia de agua                 | 0          | 0,8        | -0,8         | 10                       | 0           | 8           | -8                 |
| (16) interfase agua-tierra             | 0          | 0,8        | -0,8         | 16                       | 0           | 12,8        | -12,8              |
| (06) Olor y materiales flotantes       | 0          | 0          | 0            | 6                        | 0           | 0           | 0                  |
| (10) Área de superficie de agua        | 0          | 0,7        | -0,7         | 10                       | 0           | 7           | -7                 |

|                                      |          |            |             |           |          |             |              |
|--------------------------------------|----------|------------|-------------|-----------|----------|-------------|--------------|
| (10) Márgenes arboladas y geológicas | 0        | 0,8        | -0,8        | 10        | 0        | 8           | -8           |
| <b>(52) Subtotal</b>                 | <b>0</b> | <b>3,1</b> | <b>-3,1</b> | <b>46</b> | <b>0</b> | <b>35,8</b> | <b>-35,8</b> |

### Biota

|  |          |            |            |           |           |             |            |
|--|----------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| (05) Animales domésticos               | 0,2      | 0,7        | 0,5        | 5         | 1         | 3,5         | -2,5       |
| (05) Animales Salvajes                 | 0,8      | 0,5        | 0,3        | 5         | 4         | 2,5         | 1,5        |
| (09) Diversidad de tipos de vegetación | 1        | 0,7        | 0,3        | 9         | 9         | 6,3         | 2,7        |
| (05) Variación de tipos de vegetación  | 1        | 0,7        | 0,3        | 5         | 5         | 3,5         | 1,5        |
| <b>(24) Subtotal</b>                   | <b>3</b> | <b>2,6</b> | <b>1,4</b> | <b>24</b> | <b>19</b> | <b>15,8</b> | <b>3,2</b> |

## Continuación de la categoría 2.

### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

Valor Unidades Impacto (UIA)

| ASPECTOS ESTETICOS | CP | SP | Rest a | Calidad Ambiental | CP | SP | cambio neto |
|--------------------|----|----|--------|-------------------|----|----|-------------|
|--------------------|----|----|--------|-------------------|----|----|-------------|

### Objetos Artesanales

|                          |   |   |   |    |   |   |   |
|--------------------------|---|---|---|----|---|---|---|
| (10) Objetos Artesanales | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
|--------------------------|---|---|---|----|---|---|---|

### Composición

|                             |            |          |            |           |             |           |            |
|-----------------------------|------------|----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|
| (15) Efectos de composición | 0,8        | 0,5      | 0,3        | 15        | 12          | 7,5       | 4,5        |
| (15) Elementos singulares   | 0,7        | 0,5      | 0,2        | 15        | 10,5        | 7,5       | 3          |
| <b>(30) Subtotal</b>        | <b>1,5</b> | <b>1</b> | <b>0,5</b> | <b>30</b> | <b>22,5</b> | <b>15</b> | <b>7,5</b> |

### (153) Factores estéticos total

|                                       |            |             |             |            |             |             |              |
|---------------------------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>(153) Factores estéticos total</b> | <b>8,7</b> | <b>10,2</b> | <b>-0,5</b> | <b>137</b> | <b>71,1</b> | <b>93,7</b> | <b>-22,6</b> |
|---------------------------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|

### CATEGORIA 3.

#### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

Valor Unidades Impacto (UIA)

| CONTAMINACIÓN AMBIENTAL                    | CP | SP  | Resta | Calidad Ambiental | CP | SP   | cambio neto |
|--|----|-----|-------|-------------------|----|------|-------------|
| <b>Contaminación del agua</b>              |    |     |       |                   |    |      |             |
| (20) Perdidas en las cuencas hidrográficas | 0  | 0   | 0     | 20                | 0  | 0    | 0           |
| (25) DBO                                   | 0  | 0,7 | -0,7  | 25                | 0  | 17,5 | -17,5       |
| (32) Oxígeno disuelto                      | 0  | 0,5 | -0,5  | 31                | 0  | 15,5 | -15,5       |
| (18) Coliformes total                      | 0  | 0,7 | -0,7  | 18                | 0  | 12,6 | -12,6       |
| (22) Carbono inorgánico                    | 0  | 0,6 | -0,6  | 22                | 0  | 13,2 | -13,2       |
| (25) Nitrógeno inorgánico                  | 0  | 0,7 | -0,7  | 25                | 0  | 17,5 | -17,5       |
| (28) Fosforo inorgánico                    | 0  | 0,7 | -0,7  | 28                | 0  | 19,6 | -19,6       |
| (16) Pesticidas                            | 0  | 0,6 | -0,6  | 16                | 0  | 9,6  | -9,6        |
| (18) pH                                    | 0  | 0,6 | -0,6  | 18                | 0  | 10,8 | -10,8       |
| (28) Variación de flujo de la corriente    | 0  | 0   | 0     | 28                | 0  | 0    | 0           |
| (28) Temperatura                           | 0  | 0,8 | -0,8  | 28                | 0  | 22,4 | -22,4       |
| (25) Sólidos disueltos totales             | 0  | 0,7 | -0,7  | 25                | 0  | 17,5 | -17,5       |
| (14) Sustancias toxicas                    | 0  | 0,6 | -0,6  | 14                | 0  | 8,4  | -8,4        |

|                       |          |            |             |            |          |              |               |
|-----------------------|----------|------------|-------------|------------|----------|--------------|---------------|
| (20) Turbidez         | 0        | 0          | 0           | 20         | 0        | 0            | 0             |
| <b>(318) Subtotal</b> | <b>0</b> | <b>7,2</b> | <b>-7,2</b> | <b>250</b> | <b>0</b> | <b>164,6</b> | <b>-164,6</b> |

#### Contaminación Atmosférica

|                             |            |            |             |           |             |             |              |
|-----------------------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| (05) Monóxido de carbono    | 0,5        | 0,7        | -0,2        | 5         | 2,5         | 3,5         | -1           |
| (05) Hidrocarburos          | 0,5        | 0,7        | -0,2        | 5         | 2,5         | 3,5         | -1           |
| (10) Óxidos de Nitrógeno    | 0,4        | 0,6        | -0,2        | 10        | 4           | 6           | -2           |
| (12) Partículas solidas     | 0,5        | 0,7        | -0,2        | 12        | 6           | 8,4         | -2,4         |
| (05) Oxidantes fotoquímicos | 0,3        | 0,8        | -0,5        | 5         | 1,5         | 4           | -2,5         |
| (10) Óxidos de azufre       | 0,5        | 0,8        | -0,3        | 10        | 5           | 8           | -3           |
| (05) Otros                  | 0,4        | 0,6        | -0,2        | 5         | 2           | 3           | -1           |
| <b>(152) Subtotal</b>       | <b>3,1</b> | <b>4,9</b> | <b>-1,8</b> | <b>52</b> | <b>23,5</b> | <b>36,4</b> | <b>-12,9</b> |

### Continuación de la categoría 3.

#### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

Valor Unidades Impacto (UIA)

| CONTAMINACIÓN<br>AMBIENTAL                    | CP         | SP          | Res<br>ta   | Calidad<br>Ambiental | CP          | SP           | cambio<br>neto |
|---|------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|--------------|----------------|
| <b>Contaminación del Suelo</b>                |            |             |             |                      |             |              |                |
| (14) Uso del suelo                            | 0,9        | 0,5         | 0,4         | 14                   | 12,6        | 7            | 5,6            |
| (14) Erosión                                  | 0,9        | 0,5         | 0,4         | 14                   | 12,6        | 7            | 5,6            |
| <b>(28) Subtotal</b>                          | <b>1,8</b> | <b>1</b>    | <b>0,8</b>  | <b>28</b>            | <b>25,2</b> | <b>14</b>    | <b>11,2</b>    |
| <b>Contaminación por Ruido</b>                |            |             |             |                      |             |              |                |
| (04) Ruido                                    | 1          | 0,7         | 0,3         | 4                    | 4           | 2,8          | 1,2            |
| <b>(402) Contaminación ambiente<br/>total</b> | <b>5,9</b> | <b>13,8</b> | <b>-7,9</b> | <b>334</b>           | <b>52,7</b> | <b>217,8</b> | <b>-165,1</b>  |

#### CATEGORIA 4.

#### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

Valor Unidades Impacto (UIA)

| ASPECTOS DE INTERESES HUMANO               | CP         | SP         | Resta      | Calidad Ambiental | CP          | SP          | cambio neto |
|--|------------|------------|------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Valores educacionales y científicos</b> |            |            |            |                   |             |             |             |
| (13) Arqueológico                          | 0          | 0          | 0          | 13                | 0           | 0           | 0           |
| (13) Ecológico                             | 0,9        | 0,5        | 0,4        | 13                | 11,7        | 6,5         | 5,2         |
| (11) Geológico                             | 0,9        | 0,5        | 0,4        | 11                | 9,9         | 5,5         | 4,4         |
| (11) Hidrológico                           | 0,8        | 0,5        | 0,3        | 11                | 8,8         | 5,5         | 3,3         |
| <b>(48) Subtotal</b>                       | <b>2,6</b> | <b>1,5</b> | <b>1,1</b> | <b>35</b>         | <b>30,4</b> | <b>17,5</b> | <b>12,9</b> |
| <b>Valores históricos</b>                  |            |            |            |                   |             |             |             |
| (11) Arquitectura y estilos                | 0,8        | 0,5        | 0,3        | 11                | 8,8         | 5,5         | 3,3         |
| (11) Acontecimientos                       | 0          | 0          | 0          | 11                | 0           | 0           | 0           |
| (11) Personajes                            | 0          | 0          | 0          | 11                | 0           | 0           | 0           |
| (11) Religiosos y culturales               | 0          | 0          | 0          | 11                | 0           | 0           | 0           |
| (11) "Frontera del Oeste"                  | 0          | 0          | 0          | 11                | 0           | 0           | 0           |
| <b>(55) Subtotal</b>                       | <b>0,8</b> | <b>0,5</b> | <b>0,3</b> | <b>11</b>         | <b>8,8</b>  | <b>5,5</b>  | <b>3,3</b>  |

| <b>Culturas</b>        |          |          |          |           |          |          |          |
|------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| (14) indios            | 0        | 0        | 0        | 14        | 0        | 0        | 0        |
| (07) Grupos étnicos    | 0        | 0        | 0        | 7         | 0        | 0        | 0        |
| (07) Grupos religiosos | 0        | 0        | 0        | 7         | 0        | 0        | 0        |
| <b>(28) Subtotal</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>28</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

| <b>Sensaciones</b>                 |            |            |            |           |             |             |            |
|------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| (11) Admiración                    | 0,8        | 0,5        | 0,3        | 11        | 8,8         | 5,5         | 3,3        |
| (11) Aislamiento, Soledad          | 0          | 0          | 0          | 11        | 0           | 0           | 0          |
| (04) Misterio                      | 0,5        | 0,3        | 0,2        | 4         | 2           | 1,2         | 0,8        |
| (11) Integración con la naturaleza | 0,9        | 0,5        | 0,4        | 11        | 9,9         | 5,5         | 4,4        |
| <b>(37) Subtotal</b>               | <b>2,2</b> | <b>1,3</b> | <b>0,9</b> | <b>26</b> | <b>20,7</b> | <b>12,2</b> | <b>8,5</b> |

#### Continuación de la categoría 4

#### SISTEMA DE VALORACION AMBIENTAL BATTELLE-COLUMBUS (SP: SIN PROYECTO; CP: CON PROYECTO)

| Valor Unidades Impacto (UIA)                  |            |            |            |                   |             |             |             |
|---|------------|------------|------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| ASPECTOS DE INTERESES HUMANO                  | CP         | SP         | Resta      | Calidad Ambiental | CP          | SP          | cambio neto |
| <b>Estilos de vida (Patrones Culturales)</b>  |            |            |            |                   |             |             |             |
| (13) Oportunidades de empleo                  | 0,9        | 0,7        | 0,2        | 13                | 11,7        | 9,1         | 2,6         |
| (13) Vivienda                                 | 0,8        | 0,2        | 0,6        | 13                | 10,4        | 2,6         | 7,8         |
| (11) Interacciones sociales                   | 0,8        | 0,4        | 0,4        | 11                | 8,8         | 4,4         | 4,4         |
| <b>(37) Subtotal</b>                          | <b>2,5</b> | <b>1,3</b> | <b>1,2</b> | <b>37</b>         | <b>30,9</b> | <b>16,1</b> | <b>14,8</b> |
| <b>(205) Factores de interés humano total</b> | <b>8,1</b> | <b>4,6</b> | <b>3,5</b> | <b>109</b>        | <b>90,8</b> | <b>51,3</b> | <b>39,5</b> |

Tabla 6. Solución del Método Battelle – Columbus

Los valores en cero “0” registrado en el método Battelle Columbus no se valoró porque no había relación ambiental, es decir, cuando se evaluó el método teniendo en cuenta el tiempo atrás “sin

proyecto” no había relación entre los parámetros ambientales del método con en el entorno del ecosistema, de otro modo se dio un índice de calidad ambiental pésimo “0” donde se encontraba el estado del parámetro evaluado, o porque no presentaba una relación a la temática de la zona de estudio, al momento de evaluar el plan piloto” con proyecto” tampoco se observó una mejoría al estado del parámetro ambiental, que por ende el índice de calidad ambiental seguía en estado pésimo “0”, o porque ya no existían los parámetros que están en cero (0).

De acuerdo a los resultados del método se describe varios impactos ambientales más sobresaliente de la zona de estudio, como en el caso del uso del suelo, actividad que afecta de forma directa a los parámetros ambientales con importancia crítica como los pastizales y praderas, vegetación natural, otra actividad que impacta el ambiente porque afectan principalmente a factores estéticos con importancia de afectación crítica para el uso y erosión del suelo, olor, biota y visibilidad, la interfase agua-tierra y comunidades cercanas (Espinoza, 2001).

La agricultura también afecta de forma crítica los parámetros, como el uso y erosión del suelo, la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua, aumento de la sedimentación de las cuencas, aumento de nutrientes en el agua, pesticidas, coliformes fecales y sustancias tóxicas, la diversidad de especies, las cadenas alimentarias, contaminación del suelo y las viviendas cercanas.

La evaluación del índice de calidad ambiental “sin proyecto” en la categoría ecología donde se ha tenido un alto impacto de deterioro y desgaste inadecuado por el uso del suelo por actividades agropecuarias, que al analizar el método por componentes como: especies, poblaciones terrestres, Hábitat, comunidades terrestres, donde los parámetros que se vieron mayor afectados como: pastizales, praderas, cosechas, vegetación natural, especies dañinas y aves de caza continentales, con un valor de impacto de 77,6, por causa de explotación descontroladas al suelo; dado que en la categoría aspectos de intereses humanos presenta un valor de impacto de 51,3, condición que se

vio afectada para los componentes como: valores educacionales, científicos, sensaciones, y estilo de vida “patrones culturales”, donde el evento ha modificado el ecosistema llevándolo a un impacto reversible donde la situación presente es pésima.

Al momento de evaluar “con proyecto” la categoría ecología con los parámetros descrito en el párrafo anterior, con un valor de impacto positivo de 110,4, al igual que la categoría de aspectos de intereses humanos, con los componentes mencionados anteriormente con un valor de impacto ambiental de 90,8, es decir, es muy viable la aplicación de este plan piloto de restauración ecológica de Bs.t para estas dos categorías, porque conlleva a que lo afectado tiempos atrás se restaure nuevamente, evidenciando un aumento en la diversidad ambiental en el uso del suelo, para uso forestal, dando un impacto ambiental de la situación óptimo.

De la misma manera en la categoría de contaminación ambiental, se evaluó “sin proyecto” donde el valor de impacto es de 217,8, aun así la contaminación de agua, contaminación atmosférica, y contaminación del suelo, dado por las fumigaciones con productos químicos generando residuos sólidos por actividades agrícolas que contribuye a un impacto ambiental negativo, en consecuencia de un mal uso del agua por alta cantidad de sedimento tiene efecto a secar el cauce de la laguna, produciendo erosión, desertificación, compactación del ganado al suelo, acabando la cubierta vegetal; asimismo la categoría de factores estéticos también se vio afectado en los componentes suelo, aire, biota, con un valor de impacto ambiental de 93,7 valores con un índice alto que significa que el impacto por estas actividades a deteriorado el ecosistema ambiental, dado que el entorno o la situación es pésima.

Por consiguiente se hace la evaluación con proyecto a las mismas categorías, como contaminación ambiental, que por motivo de las anteriores actividades realizadas tiempo atrás, no se aplicaron debido a que ciertos parámetros ambientales ya no estaban presentes en la zona de

estudio, es decir, ya no existen el cauce de la laguna, y otros ciertos factores adherente al ecosistemas, aun así se dio un valor de impacto ambiental de 52,7, a otros parámetros que si están vigente y no se han acabado y están dentro del ecosistema; así que en la categoría de factores estéticos se registró un impacto positivo debido al mejoramiento del ecosistema con un valor de impacto ambiental de 71,1 de unidad de importancia; estos valores arrojados son positivos ya que contribuye a un entorno o situación óptima.

| <b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>                       |                    |                 |                                |                           |                                     |                |
|--|--------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------|
|  |                    | <b>Ecología</b> | <b>Contaminación Ambiental</b> | <b>Factores Estéticos</b> | <b>Aspectos de intereses humano</b> | <b>Totales</b> |
| <b>Valores Unidades de Impacto Ambiental (UIA)</b> | <b>CP</b>          | 110,4           | 52,7                           | 71,1                      | 90,8                                | 325            |
|  | <b>SP</b>          | 77,6            | 217,8                          | 93,7                      | 51,3                                | 440,4          |
|  | <b>Cambio neto</b> | 32,8            | -165,1                         | -22,6                     | 39,5                                | -115,4         |
|  |                    |                 |                                |                           |                                     | <b>650</b>     |

*Tabla 7. Resumen de resultados de la evaluación Ambiental*

Para un mejor efecto se realizó la cuantificación de los impactos con el método Battelle Columbus para las situaciones con proyecto y sin proyecto, por categoría donde se obtuvo el cambio neto total de 650, obteniéndose un cambio neto de 32,8 en la categoría de ecología, -165,1 en la categoría de contaminación ambiental, -22,6 en factores estéticos y finalmente -39,5 en aspectos de interés humano.

Comprobando así que los impactos generados por el uso del suelo en diferencia a la restauración ecológica, con una situación óptima con proyecto, es decir, con un factor conmensurable de calidad ambiental igual a 1 que representa la máxima calidad ambiental, nos muestra el ambiente positivo de las acciones ejecutadas en un área establecida para uso forestal.

### **5.3. Determinar los aspectos positivos y negativos de acuerdo a la aplicación del método BATTELLE en el uso del suelo en la ejecución del plan piloto de restauración ecológica del Bs-T de la hidroeléctrica el Quimbo**

Dentro de los aspectos positivos, los resultados reflejaron un aporte relevante del proyecto a la población en el tema socioeconómico y ambiental, teniendo en cuenta los argumentos de las personas entrevistadas.

En el plano ambiental del proyecto de restauración ecológica, contribuirá a mejorar la diversidad natural, la humedad, la estructura y fertilidad del suelo, proveer alimento y hábitat para la fauna.

Por consiguiente, al evaluar todos los componentes del método Battelle - Columbus se presenta aspectos positivos, en algunos significativos y en otros con menor importancia. En cuanto a las dos categorías ecología y aspectos estéticos, se observó una transformación positiva de acuerdo a los parámetros ambientales aplicados a cada categoría. Hablando de la categoría de ecología con un índice de calidad ambiental de 162 puntos posibles, se obtuvo un resultado SP de 77,6 y CP 110,4 de puntos, de esto se puede analizar que hay un cambio neto positivo en la zona trabajada de 32,8 puntos, consecuencia del cambio en el uso del suelo. De otra parte, la categoría de aspectos estéticos con un índice de calidad ambiental de 137 puntos posibles, se obtuvo un resultado CP 71,1 y SP de 93,7 de puntos, obteniendo un cambio neto negativo de -22,6 puntos, es allí donde se mejora la “apariencia” o el estado que se encontraba el área de estudio con relación a algunos componentes ambientales del proyecto de restauración ecológica; es decir, donde no había cubierta vegetal por el pisoteo de la actividad ganadera, ahora se ha producido la regeneración vegetal, por esta razón se diferencia la zona por los diferentes tipos de cobertura vegetal presente.

Por ello, y en concordancia con las respuestas de los trabajadores entrevistados, en cuanto al cambio que se dio en el componente de contaminación ambiental, con un índice de calidad ambiental de 334 puntos posibles, identifican dos componentes sobresalientes que fueron la contaminación atmosférica y la contaminación del suelo, con un valor SP de 217,8 y CP de 52,7 con un cambio neto negativo de -165,1 puntos, dicho de otro modo, se mejoró algunos aspectos que estaban degradados ambientalmente. Así que, en la categoría de los aspectos de interés humano se obtuvieron valores CP de 90,8 y SP de 51,3 con un cambio neto positivo de 39,5 puntos, donde los componentes educacionales y científicos además de sensaciones y estilo de vida, fueron influyentes en las personas debido a que se transmitió conocimiento en el ámbito de conservación y la gran importancia que conlleva este proyecto plan piloto de restauración ecológica del Bs-t que dio oportunidades a los habitantes de la región de emplearse con la empresa contratista de la zona Fundación Natura.

Ya evaluado los cuatros componentes de acuerdo a las características de la zona de estudio, se compara los dos escenarios CON y SIN proyecto para identificar los impactos ambientales producidos en el uso del suelo de acuerdo a las actividades que tiempo anterior se realizaba y el después que se ejecutó el proyecto plan piloto de restauración ecológica de Bs-t, donde se cambió para uso forestal en la utilidad del suelo en el predio Laguna. Los datos arrojados en ambos fueron positivos, Lo que se deduce que SIN proyecto si hay un valor menor de impacto ambiental que por lo general va degradando a mediano plazo la calidad del suelo. CON proyecto se incrementa el valor debido a que se mejoró en cuanto al uso del Suelo, es decir, este proyecto de restauración ecológica es viable ya que su cambio neto total fue positivo por el cual su variación de unidades fue mínima, para las zonas que sufren un alto impacto de mal manejo de suelo por actividades

agropecuarias, donde algunas de estas áreas son de influencia del Bosque seco tropical, con propósito de reserva natural.

## 6. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se establece lo siguiente:

Teniendo en cuenta la información dada por los trabajadores con labor de jornaleros entrevistados, se consideraba regular la producción pecuaria del año 2009 hacia atrás, después fue que comenzaron a implementar la actividad de ganadería intensiva, del año 2010 hasta el 2014 que EMGESA se hizo al predio. se dice que la producción pecuaria en ese lapso de este tiempo fue alta por la forma que se utilizaba el suelo; en cuanto a los cultivos sembrados en la zona como el Cacao, Maíz y Sorgo, su producción era baja por su topografía, el suelo, el clima y aspectos abióticos.

Los aspectos positivos del método, al plan piloto de restauración ecológica, al aplicarlo traerá mayores beneficios ambientales a largo plazo que perjuicios al entorno, sobre todo por el progreso cultural y ambiental que traerá dicho proyecto a la zona. Donde es muy importantes realizar y aplicar proyectos que vengan con un buen bagaje de estrategias ecológicas para aplicarlos a los ecosistemas que vienen con un índice de alteración en la estructura, y composición del bosque que conllevan a la reducción y alteración de hábitat, afectando a gran parte de la fauna y flora de nuestra región.

Al emplear una metodología basada en índices homogéneos, de componentes desglosados en parámetros, facilita predecir los impactos ambientales en un área específica, y así obteniendo una caracterización de impactos ambientales que se relacionan sus criterios entre sí. Los datos señalan que el proceso de restauración ecológica está generando un impacto ambiental positivo en la zona de estudio en términos de manera especial en lo relacionado con la ecología, elementos estéticos

y disminución específica de elementos contaminantes que redundan en el mejoramiento de la estructura y funcionalidad del suelo.

## **7. RECOMENDACIONES**

Con el presente trabajo de grado se sugiere que para el proceso de implementación primero que todo, se realice un proceso de retroalimentación con temas básicos como evaluaciones de impactos ambientales, restauración ecológica, Eje Temático Protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Para que las personas que inicien el proceso de la evaluación, el conocimiento obtenido sea uniforme y sincronizado para la adopción de la metodología a implementar.

Se sugiere que antes de desarrollar cualquier método de evaluación ambiental, aplicar una lista de chequeo enfocada a decisiones para la síntesis de información de estudio de impacto, para que el proceso de evaluación de impacto ambiental se limitara a la fase de análisis, por ende, se fortalecerá las posibles debilidades generadas en la aplicación de la metodología.

## Bibliografía

- ALEJANDRA PATRICIA TORRES GALARZA. (2014). Observaciones sobre el Impacto Ambiental Generado por la Construcción de Vías Terrestres (región sureste de Coahuila, México), 127. Retrieved from [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6323/T13902\\_TORRES GALARZA%2C ALEJANDRA PATRICIA TESIS.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6323/T13902_TORRES_GALARZA%2C_ALEJANDRA_PATRICIA_TESIS.pdf?sequence=1)
- Anonimo. (n.d.). impacto ambiental 3 . 1 Evaluación del Impacto Ambiental, 39–114.
- Brown, K. A. (1984). Response of agricultural soils to acid deposition: Proceedings of a workshop held 12–13 May 1981, at Batelle, Columbus laboratories, Ohio. *Envir. exp. Bot.* 23 (3). Pergamon Press, Oxford, U.K., 1983, 88pp. *Atmospheric Environment* (1967), 18(5), 1045. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(84\)90095-7](https://doi.org/10.1016/0004-6981(84)90095-7)
- Bruna. (n.d.).
- de Investigación Docencia Económicas, C., & México Perevochtchikova, A. (2013). Gestión.
- García-Martínez, S., & Mercado-Gómez, J. D. (2017). Diversidad de briófitos en fragmentos de bosque seco tropical, Montes de María, Sucre, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4), 824–831. <https://doi.org/10.1016/J.RMB.2017.10.035>
- Humboldt, I. A. Von, & Bosque, E. (2000). El-Bosque-Seco-Tropical-En-Colombia, (1971), 1–24.
- Internacional Society for Ecological Restauration. (2004). Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica. *Society for Ecological Restoration International*, 1–15.
- López-Barrera, F., Martínez-Garza, C., & Ceccon, E. (2017). Ecología de la restauración en

México: estado actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 97–112.

<https://doi.org/10.1016/J.RMB.2017.10.001>

Mora-Barrantes, J. C., Molina-León, O. M., & Sibaja-Brenes, J. P. (2016). Aplicación de un método para evaluar el impacto ambiental de proyectos de construcción de edificaciones universitarias. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(3), 132.

<https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2893>

Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, 22(2), 283–312. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Profesional, E., & Ambiental, D. E. I. (2017). No Title.

Reis, A., Bechara, F. C., & Tres, D. R. (2010). Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola*, 67(2), 244–250. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000200018>

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales. (2009), 1–2.

Torres, Selene & Avella M., Andres & Gómez, Wilson & Díaz Beatriz Miranda, Julián. (2015). Estrategias de restauración ecológica en el Bosque Seco Tropical interandino de Colombia.

- Yaneth, Delcy. (2016). EIA: Método Battelle PHQ.

ANEXOS

Anexos 1. Acta de inventario ficha predial, y registro social

392

OK

| PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
|--|--------------------------------------|--------------------|----------------------|---|-----------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------|--------|-----|-----|-----|
| ESTUDIOS PEDIALES DETALLADOS ASOCIADOS AL ÁREA DE UTILIDAD PÚBLICA           |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| FICHA PREDIAL  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL PREDIO  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| LOCALIZACIÓN   |                                      |                    | CÓDIGO CATASTRAL     |   |                       |                        |                              |                        | EXTENSIÓN DEL CÓDIGO CATASTRAL |       |        |     |     |     |
| DEPTO.   | MPIO.                                | DEPTO.             | MUNICIPIO            | TIPO AVALÚO   | SECTOR                | VEREDA                 | PREDIO                       | MEJORAS                | CATASTRAL                      |       |        |     |     |     |
| Multa  | AGRAMO                               | 4                  | 3                    | 0113  | 01011                 | 01010                  | 3                            | 01013                  | 01010                          |       |        |     |     |     |
| CORREGIMIENTO  | INSPECCIÓN DE POLICÍA                |                    | NOMBRE DEL PREDIO    |   | URBANO                | RURAL                  | No. DEL PREDIO CATASTRO ANT. | MATRÍCULA INMOBILIARIA |                                |       |        |     |     |     |
|  |                                      |                    | LA JACUIMA           |   |                       | X                      |                              | 202-000868             |                                |       |        |     |     |     |
| AFECTACIÓN DEL PREDIO POR EL ÁREA DE UTILIDAD PÚBLICA                        |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| TOTAL  | ZONA DE PRESA                        | ÁREA DE PROTECCIÓN | INFRAESTRUCTURA VIAL | LT. CONSTRUCCIÓN  | CAMPAMENTOS/TALLERES  | BOTADEROS              |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| PARCIAL  | X OBRAS GENERACIÓN                   |                    |                      | PLANTAS/ ÁREAS BENEFC.                                    | FUENTES DE MATERIALES | REASENT. POBLAC.       |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
|  | EMBALSE                              | X                  |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| DESTINACIÓN ECONÓMICA  |                                      |                    |                      |   |                       | MODO DE ADQUISICIÓN    |                              |                        | LITIGIO                        |       |        |     |     |     |
| HABITACIONAL   | CULTURAL                             | RELIGIOSO          | USO PÚBLICO          | P. INCORA/INCODR  | TRADICIÓN             | PRESCRIPCIÓN           | SI                           | NO                     |                                |       |        |     |     |     |
| INDUSTRIAL   | RECREACIONAL                         | AGRÍCOLA           | L. URB. NO URB.      | PROP. COLECTIVA   | OCCUPACIÓN            | ACCESIÓN               |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| COMERCIAL  | SALUBRIDAD                           | PECUARIO           | X L. URB. NO EDIF.   |   | SUCESIÓN              | POSICIÓN               |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| AGROPECUARIO   | X INSTITUCIONAL                      | AGROINDUSTRIAL     | L. NO URBANIZABLE    |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| MINERO   | EDUCATIVO                            | FORESTAL           | SERV. ESPECIALES     |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| DATOS DE PROPIETARIOS Y/O POSEEDORES   |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| No.  | NOMBRE (S) DEL (LOS) PROPIETARIO (S) |                    |                      | DOCUMENTO DE IDENTIDAD                                    |                       | PROPIETARIO            | POSEEDOR                     |                        |                                |       |        |     |     |     |
|  | PRIMER APELLIDO                      | SEGUNDO APELLIDO   | NOMBRE (S)           | TIPO  | NÚMERO                | X                      |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| 1  | ROJAS                                | CARVALLO           | ANIBALDO             | C   | 17.109.921            | X                      |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| 2  | ARMILA                               | SANCOS             | JOSE- EDGAR          | C   | 19.095.947            | X                      |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| 3  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| 4  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| LOCALIZACIÓN DEL PROPIETARIO   |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| MUNICIPIO  | VEREDA                               | DIRECCIÓN          | TELÉFONO (S)         | OBSERVACIONES   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| ROCOTA   |                                      |                    | 320-8900634          | FINCA LA CORDERILLA NOM PREDIO NUEVO COTA - CUNDINAMARCA. |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| * VISITA REALIZADA EN COMPAÑIA DE LA PRESIDENTE DE LA JUNTA LOCAL - JUL NEYI |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| JUSTIFICACIÓN DEL DERECHO DE PROPIEDAD O DE POSESIÓN DEL PREDIO              |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| MODO DE ADQUISICIÓN  | PROPIETARIO ANTERIOR                 | TÍTULO             |                      |   | REGISTRO              |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
|  |                                      | NOTARÍA            | NÚMERO               | DÍA   | MES                   | AÑO                    | OFICINA                      | LIBRO                  | TOMO                           | PAG.  | NÚMERO | DÍA | MES | AÑO |
|  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| CARTOGRAFÍA  |                                      |                    |                      |   |                       |                        |                              |                        |                                |       |        |     |     |     |
| PLANCHA CATASTRAL IGAC   |                                      | PLANO EMGESA       |                      | ORTOFOTOS   |                       | NOMBRE DEL FUNCIONARIO |                              | FIRMA                  |                                | FECHA |        |     |     |     |
| NÚMERO   | ESCALA                               | NÚMERO             | ESCALA               | ESC. 1:20.000   | ESC. 1:5000           | ESC. 1:2000            |                              |                        |                                | DÍA   | MES    | AÑO |     |     |
| 26-11-c  | 1:25.000                             |                    |                      |   | 102-103-147           |                        | Rogelio Parrodo              |                        |                                | 25    | 09     | 09  |     |     |

102-103-144



Anexo 1.

| VARIABLES   |                            | DESCRIPCIÓN  | ÁREA (ha)             | OBSERVACIONES                |
|---|----------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| TOPOGRAFÍA  | SUAVE:                     | Terrenos con pendiente menor a 10° (17,6 %)  |                       |                              |
|   | MEDIA:                     | Terrenos con pendiente comprendida entre 10° y 20° (17,6 % y 36,4 %)                                 |                       |                              |
|   | ACENTUADA:                 | Terrenos con pendiente entre 20° y 45° (36,4 % y 100 %)  |                       |                              |
|   | FUERTE:                    | Terrenos con pendiente mayor a 45° (> 100 %)   |                       |                              |
| DISPONIBILIDAD DE AGUAS   | ABUNDANTES PARA RIEGO:     | Terrenos con sistemas de irrigación destinados a todo tipo de cultivos                               |                       |                              |
|   | SUFICIENTES:               | Terrenos con acceso a fuentes de agua caudal es suficiente para la explotación agropecuaria          | X                     | ÁREA DE ABUNDANCIA           |
|   | ESCASAS:                   | Terrenos con acceso a fuentes de agua intermitentes o cuyo caudal limita la explotación agropecuaria | X                     | ÁREA PECUARIA                |
| VÍAS DE ACCESO  | SIN AGUA:                  | Terrenos que no tienen disponibilidad de agua  |                       |                              |
|   | CARRETERAS:                | Vías de uno o dos carriles asfaltadas o desahopadas que permiten el tránsito vehicular en general    | X                     | VIA PARADA - CALICIV         |
|   | CARRIERTABLES:             | Vías sencillas no asfaltadas con limitaciones al tráfico vehicular                                   | X                     | VIA VEREDAS SAN JOSE OLIVERA |
|   | CAMINOS:                   | Vías destinadas al uso peatonal y animal   |                       | VIA INTERIOR DE PUEBLO       |
| SERVICIOS   | FLUVIALES:                 | Cuando el acceso al predio se realiza en embarcaciones utilizando los ríos de la región.             |                       |                              |
|   | ACUEDUCTO                  |  | X                     |                              |
|   | ALCANTARILLADO:            | Privado o público  | X                     |                              |
|   | ENERGÍA ELÉCTRICA:         |  | X                     |                              |
|   | GAS                        |  |                       | X                            |
|   | TELÉFONO                   |  |                       | X                            |
| INFRAESTRUCTURA   | T.V. POR CABLE             |  |                       | X                            |
|   | SISTEMAS DE RIEGO:         | Por gravedad, bombeo, aspersión o goteo  | X                     | ALGUNO PARA LA INUNDACIÓN    |
|   | POZOS PROFUNDOS / ALGIBES: | Prof., tipo y diámetro de tubería, tipo y potencia de la bomba / Prof., diámetro y revestimiento.    | X                     |                              |
| OTROS:  | Cercas                     | X  | ESTANQUE Y MURALLA DE |                              |
| DESCRIPCIÓN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA  |                            |  |                       |                              |
| OBRAS   |                            |  |                       |                              |
| Los abajo firmantes declaramos que estamos conformes con la presente ACTA DE INVENTARIO y para constancia firmamos: |                            |  |                       |                              |
| El Funcionario:   | C.C.                       | El Propietario:  | C.C.                  | Fecha:                       |
| A ruego de  | <i>Rogelio Borrero</i>     | quien no sabe firmar   |                       | 25-05-09                     |

Anexo 2. Datos obtenidos en campo de estudio preliminar para descripción de texturas según la cobertura vegetal

| Cobertura vegetal            | Textura de suelo  | Descripción   |
|------------------------------|---|---|
| Afloramiento rocoso          | No aplica   | En esta cobertura predominan los suelos rocosos, por lo tanto, la regeneración de especies vegetales como árboles y arbustos en nula. |
| Arbustal abierto esclerófilo | Franco arenosa, areno francosa, franco arcilloso arenosa, no aplica, arcillosa        | Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes                                    |
| Arbustal denso alto          | Franco arenosa, areno francosa, franca, arcillosa, Franco arcilloso arenosa           | Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes                                    |
| Arbustal denso bajo          | Areno francosa, franco arcilloso arenosa, franco arenoso, franco arcilloso, no aplica | Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes.                                   |

Continuación anexos 2.

|                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| <p>Bosque<br/>fragmentado alto</p> | <p>Arcillo Limosa</p>   | <p>Esta cobertura vegetal presenta una textura de suelo que se puede acondicionar para la siembra de forma fácil ya que son suelos medianamente profundos con contenido de M.O.</p> |
| <p>Bosque denso bajo</p>           | <p>Franco arcillo arenosa, franco arenosa,<br/>franco arcillosa</p> | <p>Esta cobertura vegetal indica suelos francos, la cual tienen proporciones óptimas de arena limo y arcilla que permiten que el suelo sea productivo.</p>                          |

Bosque fragmentado  
bajo con pastos y  
cultivos

Franco arcillo arenosa

Esta cobertura vegetal presenta un suelo generalmente óptimo para la regeneración y la siembra.

Continuación anexo 2.

Herbazal abierto rocoso

Areno francosa, franco arenosa, franca, franca  
arcillo arenosa, arcillosa, no aplica

Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes.

Herbazal denso de tierra  
firme con arbustos

franco arenosa

Esta cobertura vegetal representa una textura de suelo con buena aireación, porosidad y por lo tanto es un suelo acto para trabajar acondicionándolo adecuadamente.

Pastos enmalezados

Franco arenosa, areno francosa, no aplica

Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes.

---

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| Pastos limpios | Franco arenosa, areno francosa, franco arcillo<br>arenosa | Esta cobertura vegetal indica suelos francos, la cual tienen proporciones optimas de arena limo y arcilla que permiten que el suelo sea productivo. |
|----------------|---|---|

---

*Tabla 8. Descripción general de texturas de suelo según la cobertura vegetal evaluada en campo*

### Anexo 3. Entrevista de los Trabajadores

1. ¿Cuánto tiempo conoce este predio?
2. ¿Cuánto tiempo trabajo en la zona?
3. ¿Qué cargo u oficios realizaba?
4. ¿De qué actividades económicas dependía esta zona?
5. ¿Cómo era la producción de las Actividades agropecuarias?
6. ¿evidencia la transformación del suelo del antes y el después de la ejecución del proyecto?
7. ¿cómo considera que ha sido el impacto que generó la ejecución del proyecto en el predio?

Anexo 4.

En cuanto a lo socio-económico las personas que estaban en zonas de influencia al área de compensación, los ubicaron en reasentamientos donde se le dieron casa, 5 hectáreas y dinero.



*Figura 14. Reasentamiento*

Teniendo en cuenta el proyecto de investigación se evidencia el impacto ambiental positivo que ha generado este proyecto; un ecosistema cuando no ha sido intervenido por el hombre o por ninguna actividad ganadera o/y Agrícola, por si solo se comienza a recuperar, en este caso si alguien interviene acelera aún más la recuperación



*Figura 15. Sucesión Ecológica, Antes, Durante y después*

La restauración en términos forestal es una sucesión ecológica, es decir, va paso a paso, por ejemplo, es pasar de un pastizal a herbazal y luego un bosque, también se hizo una remoción para permitir la aireación, porosidad en el suelo, donde no solo crece el pasto también crece otras herbáceas, como la dormilona “Mimosa púdica”, un índice que demuestra que hay una recuperación positiva en el suelo; además se ha declarado 400 ha de la zona de Matambo como reservas naturales de la sociedad civil