

**PROPUESTA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARTICIPATIVO A LAS  
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, CORREGIMIENTO EL  
ENCANO, PASTO.**

**Presentado por:**

**ERIKA GABRIELA AGREDA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMAS AGROFORESTALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

**PROPUESTA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARTICIPATIVO A LAS  
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, CORREGIMIENTO EL  
ENCANO, PASTO.**

**Presentado por:**

**ERIKA GABRIELA AGREDA**

**Proyecto de pasantía empresarial, presentado como requisito parcial para optar el título de  
INGENIERA AMBIENTAL**

**Director de pasantía**

**PhD. HUGO FERNEY LEONEL**

**Asesor:**

**MsC. Angélica Chavarría**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMAS AGROFORESTALES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	8
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	9
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	10
<i>4.1. Cambio climático</i> .....	10
<i>4.2. Adaptación al cambio climático</i> .....	11
<i>4.3. Ingeniería naturalística/ bioingeniería</i> .....	12
<i>4.4. Sistema silvopastoril</i> .....	13
<i>4.5. Sistema de monitoreo participativo</i> .....	14
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	16
<b>6. RESULTADOS</b> .....	22
<i>6.1. Descripción de medidas de adaptación al cambio climático</i> .....	22
<i>6.2. Propuesta de monitoreo participativo</i> .....	27
<i>6.3. Ensayo de monitoreo participativo</i> .....	37
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	49
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	50

## LISTA DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Mapa medidas de adaptación al CC. Fuente: Este estudio, 2017. ....	16
<b>Imagen 2.</b> Obra de bioingeniería. Fuente: Este estudio, 2016.....	22
<b>Imagen 3.</b> Estructura obra de bioingeniería. Fuente: PNUD, 2015. ....	23
<b>Imagen 4.</b> Sistema Silvopastoril. Fuente: PNUD, 2015. ....	24
<b>Imagen 5.</b> Mapa banco forrajero más intensivo. Fuente: Este estudio, 2016.....	26
<b>Imagen 6.</b> Mapa banco forrajero menos intensivo. Fuente: Este estudio, 2016. ....	27
<b>Imagen 7.</b> Conformación grupo local de monitoreo. Fuente: Este estudio, 2016. ....	37
<b>Imagen 8.</b> Salida Obra de bioingeniería. Fuente: Este estudio, 2016. ....	45
<b>Imagen 9.</b> Evolución componente vegetal. Fuente: Este estudio, 2017. ....	45

## LISTA DE ESQUEMAS

<b>Esquema 1.</b> Comité de riesgo y monitoreo ambiental veredal .....	35
<b>Esquema 2.</b> Comité de riesgo y monitoreo ambiental corregimental.....	36

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP.....	20
<b>Tabla 2.</b> Propuesta de monitoreo obra de bioingeniería.....	28
<b>Tabla 3.</b> Propuesta de monitoreo sistema silvopastoril.....	29
<b>Tabla 4</b> Actores Comité Veredal.....	30
<b>Tabla 5</b> Actores Comité Corregimental.....	32
<b>Tabla 6</b> Módulos Libro Verde.....	33
<b>Tabla 7.</b> Selección de indicadores sistema silvopastoril .....	39
<b>Tabla 8.</b> Selección de indicadores obra de bioingeniería .....	40
<b>Tabla 9.</b> Puntaje de las familias de Macroinvertebrados -BMWP.....	41
<b>Tabla 10.</b> Supervivencia y altura de especies sembradas .....	42
<b>Tabla 11.</b> Supervivencia de especies sembradas. ....	46

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresó mis agradecimientos a Dios y a mis padres por brindarme el apoyo durante todos los años de educación y cumplir una de mis metas en la vida. A la Universidad de Nariño, a los docentes y personal administrativo del Departamento de recursos naturales y sistemas agroforestales, en particular al Doctor Hugo Ferney Leonel por proporcionar las bases y herramientas necesarias para mi formación profesional.

A la corporación Escuela del Sur especialmente a la Ingeniera Angélica Chavarría y el grupo de compañeros PIRI por darme de oportunidad de realizar mi pasantía profesional, por su notable preocupación y esfuerzo en el desarrollo de las diferentes actividades. Además de brindar el acompañamiento profesional.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde su origen, el planeta ha estado en permanente cambio; así lo evidencian, por ejemplo, las denominadas eras geológicas, con profundas transformaciones en la conformación del planeta, y la evolución de las especies desde que la vida apareció en la Tierra, pero el rápido proceso de cambio climático que hoy presenciamos no tiene causa natural, por el contrario una de las principales causas antropogénicas que ha causado el cambio climático (CC), y que lo seguirá causando durante el presente siglo, es el consumo de combustibles fósiles, en particular petróleo y carbón, que emite dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (Becerra & Mance, 2009).

En este caso, varios países han implementado medidas para adaptarse al cambio climático, teniendo en cuenta que es muy difícil llevar a cabo procesos para mitigar los efectos del mismo, por lo cual, la información obtenida del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) con base al hecho de que, inclusive si se detuviera súbitamente la emisión de todo gas de efecto invernadero, el planeta seguiría calentándose casi medio grado centígrado más durante los próximos treinta años (Costa, 2007).

Sin embargo, se han definido medidas que permitan adaptarse a este incremento de temperatura mundial, además de ejecutar acciones que logren disminuir las emisiones que no amenacen la estabilidad ambiental del planeta; en el primer caso, se han formulado planes de adaptación al cambio climático que busca reducir los riesgos sociales, económicos y ecológicos de acuerdo a la variabilidad climática; por lo cual, Colombia está adelantando proceso a nivel nacional como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático que tiene como finalidad consolidar un marco conceptual para la adaptación en el país y establecer los lineamientos que se deberán seguir durante el proceso de formulación de los Planes Sectoriales y Territoriales de Adaptación (DNP e IDEAM, 2010).

Por otra parte, se puede decir que a nivel local no se han formulado políticas públicas de adaptación a los fenómenos ambientales, por lo cual, el proyecto “territorios sostenibles y adaptados” ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Alcaldía de Pasto, implementó una serie de alternativas para la adaptación al CC en el corregimiento de El Encano; dentro de estas medidas se contempló la construcción una Obra de bioingeniería con el propósito de evitar deslizamientos y contaminación por sedimentos de la quebrada Bellavista (Alcaldía de Pasto y PNUD, 2015).

Otro de los proyectos formulados por el PNUD fue establecer un sistema silvopastoril en una finca piloto, con el fin de minimizar impactos generados por la producción de ganado, además de contribuir con beneficios ecológicos en el ambiente (Alcaldía de Pasto y PNUD, 2015).

En este contexto, la corporación Escuela de Sur con el grupo interdisciplinario PIRI, se incorpora al proceso, partiendo desde la necesidad de formular un proceso de monitoreo a estas medidas, con el fin de determinar su estado. Por lo cual, se diseñó un sistema de monitoreo participativo, que consiste en describir un esquema de comunicación y toma de decisiones en las veredas, a partir de la descripción de las medidas implementadas, la selección de indicadores y la descripción de las metodologías que sean fáciles de comprender e implementar; teniendo en cuenta la participación de la comunidad en el proceso, además de incentivar el empoderamiento comunitario y el arraigo a su territorio.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La mayor parte de los sectores rurales del departamento de Nariño no cuentan con estrategias que permitan la adaptación a los efectos negativos del clima, de esta hipótesis no es exento el corregimiento El Encano, puesto que no se han formulado y ejecutado políticas públicas que permitan que la comunidad se capacite en el manejo del tema, además de tomar decisiones entorno al mismo (Cox, 1996).

En este caso, PNUD y la Alcaldía de Pasto implementaron las medias de adaptación al cambio climático (Obra de bioingeniería y Sistema silvopastoril) en el corregimiento, con el propósito de dar solución a la problemática ambiental existente, además de incentivar el empoderamiento del territorio; pero aún la comunidad no comprende la importancia de la ejecución de estas estrategias en el desarrollo regional, por lo cual, no existe un interés por determinar el estado actual de las mismas, además de existir la posibilidad de ser replicadas.

Sin embargo, aún no existe un sistema de monitoreo a las medidas establecido por parte de las entidades involucradas en un inicio, puesto que no fue definido un esquema de planeación del proyecto. De acuerdo al proceso ya mencionado, como entidad Escuela del Sur en convenio con PNUD, se procede a formular una propuesta de monitoreo participativo a las medidas de adaptación ya mencionadas anteriormente, teniendo en cuenta la percepción de la comunidad y la participación en la ejecución.

De igual manera, Escuela del Sur realizó un convenio con la Universidad de Nariño para recibir como pasantes de los programas de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Agroforestal, con el fin apoyar en la ejecución del proyecto.

### **3. OBJETIVOS**

#### ***3.1 Objetivo general***

Formular una propuesta de monitoreo y seguimiento participativo a las medidas de adaptación al cambio climático, específicamente en la Obra de bioingeniería y sistema silvopastoril, corregimiento de El Encano, Municipio de Pasto.

#### ***3.2 Objetivos específicos***

- Establecer una descripción detallada de las medidas de adaptación al cambio climático (Obra de bioingeniería y sistema silvopastoril).
- Formular indicadores de monitoreo y seguimiento participativo a las medidas de adaptación al cambio climático (Obra de bioingeniería y sistema silvopastoril).
- Implementar un ensayo de monitoreo participativo a las medidas de adaptación al cambio climático (Obra de bioingeniería y sistema silvopastoril).

## 4. MARCO TEÓRICO

### *4.1. Cambio climático*

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) definió el cambio climático como una modificación en el estado del clima que mediante el uso de pruebas estadísticas puede ser identificada por los cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un periodo prolongado, típicamente décadas o más. Este cambio puede deberse a procesos internos naturales, a fuerzas externas o a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra (Herrán, 2012).

A partir de la definición anterior, se puede decir que el clima está cambiando por la manera en que se vive actualmente, en especial en los países más económicamente desarrollados; teniendo en cuenta las actividades que se desarrollan diariamente, en este caso, las centrales que producen energía para que haya electricidad y calefacción en los hogares, los coches y aviones que siempre se utilizan, las fábricas que producen los artículos de la vida cotidiana, la agricultura como actividad que garantiza la seguridad alimentaria; todos estos elementos contribuyen a cambiar el clima (Comisión Europea, 2006).

De igual manera, los países económicamente en proceso de desarrollo como Colombia que es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático y, como señalan diversos estudios, con un aumento acelerado de la temperatura global del planeta sus efectos se sentirán a nivel social, económico y ambiental; en particular, todo tipo de ecosistema es vulnerable al cambio climático, puesto que genera cambios en sus características naturales (Greenpeace, 2009).

## ***4.2. Adaptación al cambio climático***

La adaptación al cambio climático es un proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos; en los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas, en el caso de algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014).

En este contexto, es fundamental identificar procesos de adaptación eficientes económica y socialmente, por lo cual, existen diversos estudios que estiman tanto los impactos del cambio climático como los costos de adaptación, donde, la comparación entre los procesos de adaptación y los impactos del cambio climático muestran que los procesos de adaptación eficientes conllevan beneficios importantes puesto que su costo económico se encuentra por debajo de los impactos esperados (Galindo *et al.*, 2014). Ello indica la importancia de implementar medidas eficientes de adaptación que permitan reducir los impactos negativos del cambio climático (Ibíd., 2014).

Por otra parte, los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad, la capacidad de adaptación y las barreras a la adaptación son variables específicas de cada lugar y cambiarán a lo largo del tiempo (Pettengell, 2010). Por lo cual, es importante el diseño y la puesta en marcha de las estrategias de adaptación apropiadas para cada lugar, siempre teniendo en cuenta la participación de la comunidad, en acompañamiento del gobierno y de los servicios locales, éstos deben contar con la capacidad y los recursos necesarios para actuar como intermediarios y conectar los procesos comunitarios (Ibíd., 2010).

Para el caso de Colombia, se formuló un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), el cual tiene como propósitos: (a) generar un mayor conocimiento sobre los riesgos potenciales e impactos actuales, dentro de lo que se incluye su valoración económica; (b) aprovechar las oportunidades asociadas al cambio y a la variabilidad climática; (c) incorporar la

gestión del riesgo climático en la planificación del desarrollo sectorial y territorial; y (d) identificar, priorizar, implementar, evaluar y hacer seguimiento de medidas de adaptación para disminuir la vulnerabilidad y exposición de los sistemas socio-económicos ante eventos climáticos (DNP y IDEAM, 2010).

### **4.3. Ingeniería naturalística/bioingeniería**

La bioingeniería, es una disciplina de construcción técnico-naturalística que combina principalmente la ingeniería civil y ambiental, usando materiales vegetales propios de la zona que se va a intervenir, en combinación con otros materiales orgánicos y/o sintéticos para sostener laderas y/o promover la contención natural y la recuperación ambiental (Alcaldía de Pasto y PNUD, 2015).

Teniendo en cuenta que esta disciplina es nueva en el país, ya existe estudios sobre la viabilidad de la misma, uno de estos es: *Evaluación de la propagación vegetativa de algunas especies forestales nativas para obras de bioingeniería, en el municipio de Pasto*; en el cual, se evaluó la propagación vegetativa de algunas especies forestales nativas; Mayo *Meriania máxima* Mgf., Colla *Acalypha diversifolia* Jacp., Pelotillo *Viburnum pichinchense* Jacp y Mote *Aegiphila novogranatensis* – *Lamiáceas* Moldenke (Pantoja y Rivera, 2013). De igual manera, se estudiaron algunos indicadores como el porcentaje de mortalidad y porcentaje de enraizamiento, para determinar que especie tiene mayor comportamiento fisiológico en la propagación *in situ* y que puedan ser replicables (Ibíd., 2013).

Además, se determinaron las condiciones naturales en las que se encuentra el sitio de estudio, en este caso se recopiló toda la información climatológica, geológica y de cobertura vegetal del lugar, además se explicó brevemente cada una de las técnicas a utilizar (Crocetti, 2011).

#### **4.4. Sistema silvopastoril.**

El Sistema Silvopastoril (SSP), es una opción integral que mitiga los impactos negativos de la producción ganadera, donde los árboles y arbustos se combinan e interactúan con los animales y las especies forrajeras y herbáceas; con el fin de obtener una producción sostenible desde el punto de vista social, económico y ecológico (Alcaldía de Pasto y PNUD, 2015).

Por lo tanto, uno de las opciones tecnológicas de SSP es el Banco forrajero /Banco de proteínas que se caracteriza por la alta densidad de siembra de las leñosas perennes o de forrajeras arbóreas o herbáceas con el propósito de mejorar y aumentar la oferta de biomasa y la calidad nutricional, y utilizarla para garantizar alimento a los animales durante todo el año. Es una forma de asegurar que se van a tener recursos alimenticios para los animales aunque el clima cambie drásticamente (CORPOICA, 2015).

Además, los sistemas de banco forrajero para corte y acarreo están difundidos por todo el mundo en desarrollo, en especial en predios pequeños, regiones montañosas o con dominio de la agricultura. Estos sistemas hacen una eficiente utilización de la tierra, por lo que es común encontrarlos en predios de pequeños productores lecheros o de doble propósito (Ochoa, 2011).

Otro de los tipos de SSP son las cercas vivas que consiste en sembrar líneas de árboles y/o de arbustos como soportes para el alambre o líneas divisorias arboladas que separan áreas de pasturas, áreas de cultivos y algunos parches de bosques (Villanueva *et al.*, 2005).

Por otra parte, se considera que las cercas vivas proveen un complejo vertical de árboles dentro de un sistema de pasturas simples, que puede proveer recursos para la fauna silvestre y conectividad entre parches de remanentes áreas forestales y boscosas primarias o secundarias. Se pueden considerar incorporadas a los sistemas productivos de fincas y son una barrera para el

movimiento del ganado, proveen madera, plántulas para nuevas cercas y frutos aprovechables (Ossa, 2013).

#### ***4.5. Sistema de monitoreo participativo***

El monitoreo es un conjunto de acciones organizadas previamente que se describen en un protocolo de monitoreo, por lo tanto, se debe tener presente que los resultados del monitoreo son inútiles si no significan una mejora en el manejo de los recursos naturales; sin embargo, el monitoreo permanente ayuda a reflejar tendencias, a entender cómo cambian las variables y cómo se relacionan las variables entre ellas (CATIE, 2006).

Por otra parte, el monitoreo participativo se realiza cuando los actores del proceso de manejo planifican y realizan la medición de los indicadores. También es aplicable cuando los mismos actores realizan parte o todas las actividades de manejo. De igual manera, los resultados y tendencias del monitoreo se hacen públicos a través de reuniones, exposiciones, láminas, u otros, y pueden reflejarse gráfica e ilustrativamente; por ejemplo, mediante dibujos o colores; finalmente, el monitoreo participativo es importante porque ofrece la oportunidad de tomar conciencia y realzar la importancia de las actividades de manejo, además de manejar decisiones de forma grupal (ibíd., 2006).

En este caso, existen casos donde se ha implementado el monitoreo participativo, por ejemplo, en México, Jutta (IDS) está trabajando con los campesinos en la elaboración de indicadores localmente relevantes, que puedan ser utilizados en la evaluación de sus proyectos. Por otra parte, todo esto obedece a un conjunto de principios que les dotan de una filosofía común (Gallego, 1998).

*Principio de participación.* Este principio constituye el pilar esencial del enfoque, que se traduce en la participación de los implicados en todas las fases del proceso de evaluación, desde la toma de la decisión de evaluar hasta el uso final de los resultados de la evaluación. En particular, se suele poner un énfasis especial en la inclusión de los destinatarios últimos de una intervención, tradicionalmente marginado de la evaluación o, en el mejor de los casos, utilizados como meros proveedores de información (Ibíd., 1998).

*Principio de aprendizaje.* La evaluación participativa activa un proceso de aprendizaje entre todos los participantes, que se traduce en la construcción de capacidades locales en evaluación y el fortalecimiento institucional; este proceso crea las condiciones necesarias en los participantes para la transformación de la realidad, lo que se conoce como empoderamiento, por lo tanto, los conocimientos y los recursos locales ya existentes son la base de la que parte el proceso mencionado, donde, la evaluación se integra dentro del Ciclo de Aprendizaje como el medio para la consecución de un desarrollo más participativo (Ibíd., 1998).

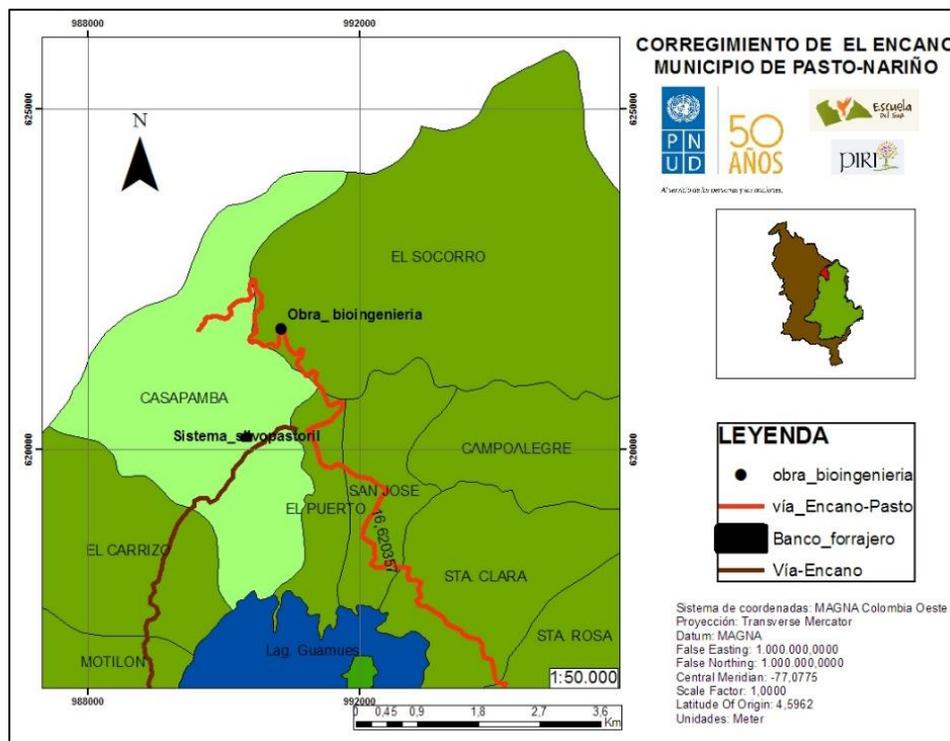
*Principio de negociación.* La evaluación participativa pone en marcha un proceso social y político de negociación entre los participantes de una evaluación social, puesto que articula la diversidad de percepciones, necesidades y demandas, desarrollando el sentido de empatía entre los grupos, en este caso, la elaboración de indicadores es un ejemplo ilustrativo de esta negociación (Ibíd., 1998).

*Principio de flexibilidad.* Como ya se mencionó anteriormente, existen tantos enfoques de evaluación participativa como contextos donde se aplican. Se trata, pues, de un proceso dinámico y flexible, en continua adaptación a las necesidades y las circunstancias locales (Ibíd., 1998).

## 5. METODOLOGÍA

### *Localización*

El proyecto se desarrolla en el corregimiento El Encano, ubicado a 27 Km. de la ciudad de Pasto, en el departamento de Nariño; a una altura de 2820 m.s.n.m., posee 18 veredas. Las medidas de adaptación al cambio climático: Obra de bioingeniería en la vereda Bellavista y el sistema silvopastoril en la vereda Casapamba al norte del corregimiento; en la imagen 1 muestra la ubicación de las mismas.



*Imagen 1.* Mapa medidas de adaptación al CC. Fuente: Este estudio, 2017.

La formulación de una propuesta de monitoreo participativo a las medidas de adaptación al cambio climático, surge del convenio entre la corporación Escuela del Sur y PNUD, teniendo en cuenta que estas ya fueron implementadas y que se requiere llevar un seguimiento adecuado del

estado de las mismas, pero cabe resaltar que las entidades externas al territorio no permanecerán en el tiempo; por lo cual, es necesario vincular a la comunidad en este tipo de actividades, además de generar conocimientos en temas de cambio climático que son poco comunes en el sector rural.

En este caso, para establecer una línea base de las medidas de adaptación al cambio climático (Obra de bioingeniería y sistema silvopastoril) se procedió a revisar la información que recolectó esta entidad con respecto a las medidas y su proceso, de igual manera se realizó un análisis de información secundaria, para obtener definiciones y conocer las medidas (Orellana y Sánchez, 2006). Teniendo en cuenta, que los métodos para recopilar información pueden definirse con la participación de la población, y por ende, pueden surgir nuevas técnicas, que pueden añadir otra dimensión al proceso de evaluación, recomendaciones y apoyo a la implicación de la población en los resultados de la evaluación (Geilfus, 2009).

Posteriormente se realizaron algunas salidas de campo para conocer el sistema silvopastoril y la obra de bioingeniería, además se recibieron capacitaciones por parte de los profesionales de PNUD en los respectivos temas, esta actividad se desarrolló por medio del método de la observación, con el fin de describir detalladamente estas medidas, su estado actual y finalmente elaborar la primera parte de la propuesta de monitoreo participativo (Cerdeña, 1991).

Igualmente, se logró revisar algunos antecedentes de sistemas de monitoreo ambiental participativo a nivel nacional y local, con el fin de conocer las metodologías utilizadas en comunidades rurales de otros sectores, y tener en cuenta el proceso de capacitación y empoderamiento comunitario. Asimismo, se realizaron las entrevistas de percepción comunitaria focalizadas en las medidas de adaptación al CC, indagando sobre el proceso de implementación y que factores ambientales pueden ser monitoreados; esta entrevista fue elaborada para las personas que participaron directamente en la implementación de las medidas, de las cuales solo se aplicaron

tres para la obra de bioingeniería y una para el sistema silvopastoril, teniendo en cuenta el tiempo disponible de estas personas para responder a la misma (Cerda, 1991).

De igual manera se programó una consulta con expertos, en este caso en el tema calidad de suelos, con el propósito de indagar sobre la pertinencia de algunos indicadores en el territorio (Bazarra, 2007). Finalmente, se identificó algunos indicadores de seguimiento y monitoreo participativo (erosión, remoción en masa, calidad de agua, forraje, entre otros) teniendo en cuenta los objetivos iniciales que las medidas implementadas deben cumplir.

Para el desarrollo del segundo objetivo “Formulación de indicadores de seguimiento y monitoreo participativo y mecanismo de acción a las medidas de adaptación al cambio climático”, se realizó una revisión de metodologías de monitoreo participativo, además se seleccionaron algunos indicadores que sean compatibles con los objetivos planteados para las medias y de igual manera que sean fáciles de monitorear, teniendo en cuenta que la comunidad debe de realizar estas actividades (Orellana y Sánchez, 2006).

Posteriormente de identificar los indicadores, se formuló un mecanismo de acción conformado por un grupo local participativo, el cual se debe involucrar en el proceso de monitoreo (MAC y EPYPSA, 2012). Finalmente, se formuló la propuesta de monitoreo participativo teniendo en cuenta la descripción de las medidas, la identificación de indicadores y la descripción del mecanismo acción comunitaria. A partir de esto, se presentó el documento a los funcionarios de PNUD, esperando la aprobación de la propuesta de monitoreo y seguimiento participativo (Bethencourt *et al.*, 2009).

Por último, para “Implementar un ensayo de monitoreo y seguimiento participativo a las medidas de adaptación al cambio climático (Obra de bioingeniería y sistema silvopastoril)” de la

propuesta presentada a PNUD, se seleccionaron indicadores de monitoreo participativos, de acuerdo a las condiciones naturales de los sitios de estudio y las principales actividades económicas (Therburg, 2002).

Se elaboraron las fichas de monitoreo relacionadas al índice de calidad de agua BMWP definido por *Roldan (2003)*, la supervivencia y crecimiento de especies sembradas y la valoración del paisaje en la obra de bioingeniería citada por *Ortiz et al., (2010)*. En cuanto al sistema silvopastoril la ficha de monitoreo se relaciona a la poda de las especies que tienen una altura igual o mayor a los 2m.

De igual manera se programó un taller participativo con representantes de cada vereda del corregimiento El Encano, con el fin de dar a conocer el mecanismo de monitoreo ambiental y gestión del riesgo veredal, el cual explica las acciones que deben llevar acabo los líderes locales, la Institución Educativa y las entidades públicas y privadas externas al territorio. Posterior al taller, se convocó a las personas interesadas en conformar el grupo local, pero la comunidad no acogió la alternativa expuesta. Por lo cual, se decidió trabajar con los integrantes del grupo ecológico “Guardianes de la Cocha” donde se inició un proceso de capacitación a los estudiantes como monitores ambientales, el cual se desarrolló temas alusivos al cambio climático, teniendo en cuenta que desde inicios del año 2016 se trabajó en procesos de sensibilización comunitaria en conservación y cuidado del entorno en el que viven.

A partir de la conformación del grupo de monitoreo “Guardianes de la Cocha” se realizó una salida de campo de reconocimiento del territorio y las medidas de adaptación al cambio climático implementadas en el territorio, de igual manera, se desarrolló un taller de conceptos bases de cambio climático. Posteriormente, se realizó una salida de campo, donde se visitó la obra de bioingeniería ubicada en la vereda Bellavista. En esta jornada se logró realizar el muestreo de

macroinvertebrados en la quebrada Bellavista para determinar calidad de agua por medio del índice BMWP, teniendo en cuenta que en tiempo pasado los deslizamientos eran frecuentes, lo cual ocasionaba afectaciones en el recurso hídrico. Además se realizó un conteo de la supervivencia de las especies sembradas y la toma de datos de sus respectivas alturas. También, se tomaron algunas fotografías con el fin de analizar la evolución del paisaje, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido después de la implementación.

De igual manera, se identificaron las muestras de macroinvertebrados, donde se entregó a los integrantes del grupo ecológico un material impreso donde ellos lograron categorizar por familias, determinar las características del invertebrado y la capacidad de vivir en diferentes calidades de agua, además, se les proporcionó a los estudiantes una lupa el desarrollo de la jornada. Cabe resaltar, que debido al difícil acceso a los instrumentos de laboratorio de la universidad de Nariño y de la Institución Educativa El Encano, la jornada no se llevó a cabo de acuerdo a la metodología consultada (Roldan, 2003). En la tabla 1, se identifica la clasificación de calidad de agua con respecto al valor de la columna BMWP.

**Tabla 1. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP**

Clase	Calidad	BMWP/COL	Significado	Color
<b>I</b>	Buena	>100	Aguas muy limpias	
<b>II</b>	Aceptable	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas	
<b>III</b>	<b>Dudosa</b>	<b>36-60</b>	<b>Aguas moderadamente contaminadas</b>	
<b>IV</b>	Critica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	
<b>V</b>	Muy critica	<16	Aguas fuertemente contaminadas.	

**Fuente:** Roldan, 2003.

Finalmente, se procedió a realizar la documentación de datos obtenidos del monitoreo realizado con los estudiantes, en este caso el índice de calidad de agua BMWP, la supervivencia de especies sembradas y la valoración del paisaje. Cabe resaltar que como actividad final se propuso realizar una evaluación de propuesta de monitoreo y seguimiento participativo, pero no se la ejecuto teniendo en cuenta que la propuesta presentada a PNUD no se la ejecuto de acuerdo a sus lineamientos.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Descripción de medidas de adaptación al cambio climático

#### 6.1.1. Obra de bioingeniería

Para dar inicio a la construcción de la obra de bioingeniería se utilizó maquinaria pesada, con el fin de remover 168 m<sup>3</sup> de suelo. En este caso, la obra comprende tres niveles de estructuras de contención, de las cuales, dos niveles son de entramado vivos de una o doble pared y de cajón triangular (tipología Latina). Por encima de los entramados se estableció un nivel de emparrillados vivos, finalmente, por encima de estos, se adecuó dos niveles de terrazas para donar al talud un perfil más estable.

En los entramados y en los emparrillados se adecuaron estacas vivas de especies nativas locales y se instaló una cobertura vegetal herbácea para la protección del agua de escorrentía. Los entramados resultan de aproximadamente 2m de altura por cada nivel y tienen una pendiente de la pared delantera de aproximadamente 60°. Los emparrillados vivos tienen una altura de 4m con una pendiente entre 45°-50° (Meneses, 2015). Además, la obra comprende la adecuación de una parte del cauce de la quebrada Bellavista, con el propósito de estabilizar parte de las riberas de la fuente hídrica.



*Imagen 2. Obra de bioingeniería. Fuente: Este estudio, 2016.*

A partir del diseño, se sembraron 1500 estacas de cinco especies con capacidades biotecnológicas, es decir, capaces de reproducirse fácilmente, producir raíces desde sus propios tallos, de rápido crecimiento. En este caso, las especies son: Motilón *Freziera canescens* Bonpl, Carrizo o chusque *Chusquea scandens* Kunth, Encino *Weinmannia pubescense* Kunth., moco o moquillo *Saurauia pruinosa* R.E. Schult. y chilcas *Baccharis latifolia* (R.& P.) Pers. (Meneses, 2015). Se estima que el costo de la implementación de la obra de bioingeniería es aproximadamente de \$ 17.334.975, en comparación con una obra de concreto que se evalúa en aproximadamente \$25.000.000, esta opción es más económica teniendo en cuenta el costo de materiales y personal calificado.



**Imagen 3.** Estructura obra de bioingeniería. Fuente: PNUD, 2015.

### **6.1.1. Sistema silvopastoril**

Se ubicó en la finca de la familia Jojoa, vereda Casapamba, corregimiento El Encano; el cual consta de sistemas de ramoneo, intensivo y semi-intensivo. A partir de lo anterior, se estima que

cada una de estas especies crezca aproximadamente 2m por un periodo de tiempo de dos años, para realizar la primera poda.



**Imagen 4.** Sistema Silvopastoril. Fuente: PNUD, 2015.

El diseño del banco forrajero se realizó teniendo en cuenta las curvas de nivel del sector, de igual manera el día 29 de octubre del 2015, el grupo PIRI de la Escuela del Sur realizó una siembra de 200 árboles Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemls) gray, con el apoyo de la Secretaría de Gestión Ambiental de la Alcaldía de Pasto.

### **Banco forrajero**

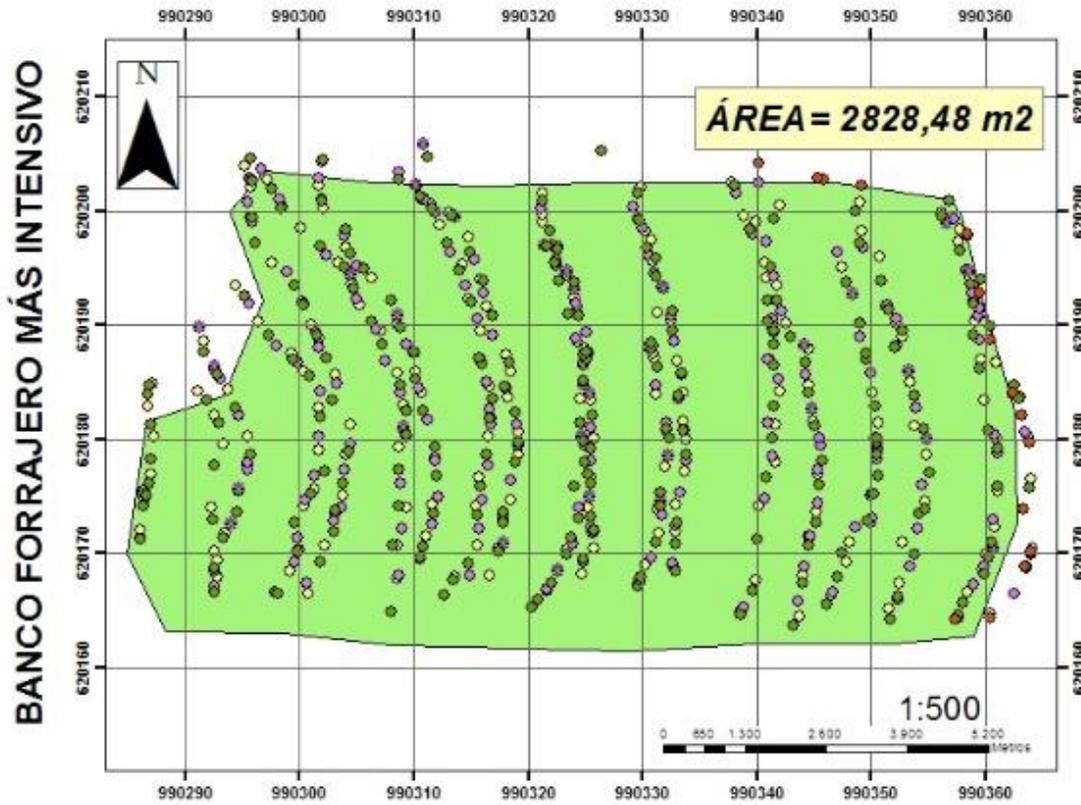
El banco forrajero intensivo, consta de un terreno de 2828,47 m<sup>2</sup>, con 702 árboles sembrados en total de cuatro especies: Aliso *Alnus jorullensis* H.B.K., Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemls) gray., Saúco *Sambucus peruviana* Kunt. y Acacia *Acacia decurrens* Willd.; los cuales ocupan el 24,82% del área total, además el área de pasturas es de 75,18%; este sistema fue diseñado con una densidad de siembra aproximada de 4m verticalmente y la equidistancia de 1m horizontalmente. Por otra parte, el banco forrajero semi-intensivo consta de un área de 4179,17 m<sup>2</sup>, con 44 árboles de dos especies: Aliso *Alnus jorullensis* H.B.K. y Saúco *Sambucus peruviana* Kunt., los cuales ocupan el 1,05% del área total del terreno y el porcentaje de área de pastura es

98,95% con una densidad de siembra de 9m verticalmente y la equidistancia de 5m entre árbol y árbol. El costo aproximado de implementación por el sistema intensivo es \$ 6.744.313 y el semi-intensivo de \$ 2.004.413.

Generalmente, estos sistemas se caracterizan por la alta densidad de siembra de las leñosas perennes o de forrajeras arbóreas o herbáceas con el propósito de producir alimento en suficiente cantidad y de alta calidad nutritiva para los animales durante todo el año. Es una forma de asegurar que se van a tener recursos alimenticios para los animales aunque el clima cambie drásticamente (Arronis, 1998). Estos sistemas hacen una eficiente utilización de la tierra, por lo que es común encontrarlos en predios de pequeños productores lecheros o de doble propósito (Ochoa, 2011).



Al servicio de las personas y las naciones.

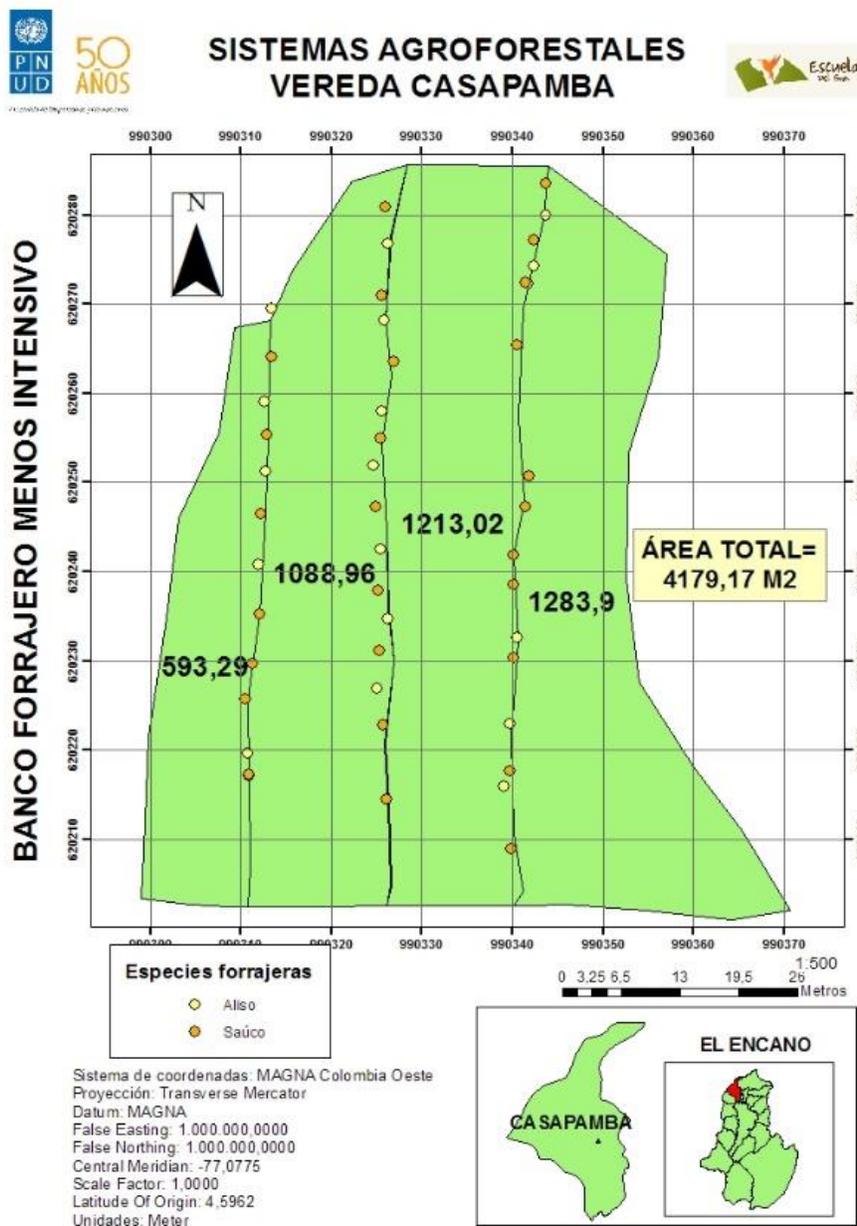


- Especies forrajeras**
- Acacia
  - Aliso
  - Botón de oro
  - Saúco

Sistema de coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: MAGNA  
 False Easting: 1.000.000.0000  
 False Northing: 1.000.000.0000  
 Central Meridian: -77,0775  
 Scale Factor: 1,0000  
 Latitude Of Origin: 4,5962  
 Unidades: Meter



Imagen 5. Mapa banco forrajero más intensivo. Fuente: Este estudio, 2016.



*Imagen 6.* Mapa banco forrajero menos intensivo. Fuente: Este estudio, 2016.

## 6.2. Propuesta de monitoreo participativo

A continuación, se presenta unas breves descripciones de los posibles indicadores de monitoreo formulados participativamente, donde incluye parte del proceso de trabajo en campo, el tiempo y la frecuencia de medición, además de los materiales necesarios.

Tabla 2. Propuesta de monitoreo obra de bioingeniería

CRITERIO	INDICADOR	CÓMO	QUIÉN	MATERIALES	TIEMPO DE IMPACTO ESPERADO
Estabilidad del suelo y riesgo	Pluviosidad	Determinar la precipitación diaria con pluviómetro (Aristizábal <i>et al.</i> , 2011).	Institución Educativa El Encano	Pluviómetro	Largo plazo
	Estado y del drenaje, grietas y superficies erodadas	Al existir eventos pluviales significativos se recomienda revisar la estabilidad de la obra, revisando las condiciones de drenaje, además de buscar la existencia de grietas y superficies erodadas (EPM Ituango, 2011).	I.E. El Encano Corregidor/ persona cercana a la obra	Cámara fotográfica Metro	Largo plazo
Calidad del suelo	-Infiltración -Densidad aparente	Para la evaluación de estos indicadores se recomienda un muestreo por año del predio. De igual manera se tomaran tres muestras aleatorias de cada nivel de la obra de bioingeniería, teniendo en cuenta la guía de muestreo para cada indicador (USDA, 1999).	I.E. El Encano	Materiales descritos en anexos para análisis de suelo.	Mediano plazo
Cobertura vegetal	-Crecimiento raíz de -Formación de hojas -Mortalidad	Se evaluarán de acuerdo a la propagación vegetativa de algunas especies forestales en la obra de bioingeniería, se realizará evaluaciones mensuales durante los 12 meses siguientes al año de instalación de la obra (Pantoja y Rivera, 2013).	I.E. El Encano	Capacitaciones de grupo de monitores	Corto plazo
Belleza paisajística	Evaluación del paisaje.	Para este indicador se sugiere realizar una evaluación anual del paisaje, en este caso el paisaje se evaluará mediante la toma de fotografías en diversos ángulos donde se realizará una categorización de belleza paisajística, y determinar el uso que le darían a este tipo de paisaje (Ortiz <i>et al.</i> , 2011).	Institución Educativa El Encano	Cámara fotográfica	Largo plazo
Calidad de agua.	-Índice BMWP	Para el monitoreo de los indicadores como turbiedad y color, se debe tener en cuenta que para ser monitoreados en campo es necesario el uso de instrumentos como el turbidímetro y colorímetro. En este caso es difícil el monitoreo de estas variables, pero se recomienda monitorear el índice de calidad de agua BMWP descrito en anexos. Muestra anual (Roldan, 2003).	I.E. El Encano	Capacitación de posibles monitores Alcohol Categorías de macro-invertebrados	Mediano plazo

Fuente: Este estudio, 2016.

Tabla 3. Propuesta de monitoreo sistema silvopastoril

CRITERIO	INDICADOR	CÓMO	QUIÉN	MATERIALES	TIEMPO DE IMPACTO ESPERADO
Calidad de suelo	-Infiltración -Densidad aparente -Textura del suelo	Para la evaluación de estos indicadores se recomienda un muestreo por año del predio. De igual manera se tomaran tres muestras aleatorias de cada nivel de la obra de bioingeniería. (USDA, 1999).	Institución Educativa Encano Familia Jojoa	El Materiales descritos en anexos para análisis de suelo.	Mediano plazo
Cobertura vegetal	-Diámetro -Altura -Hojas	Seguimiento del avance y crecimiento de las especies vegetales (Perovic <i>et al.</i> , 2008).	Institución Educativa Encano Familia Jojoa	El - Laboratorio - Horno - Cinta métrica	Corto plazo
Económico-productivo	-Ingresos por venta. -Egresos de mantenimiento.	Monitoreo de los ingresos y egresos; Determinar la relación costo/beneficio; Realizar un flujo de caja sencillo anual (Ortiz y Gz-janica, 2012).	Familia Jojoa		Largo plazo

**Fuente:** Este estudio, 2016.

### 6.2.1. Mecanismos comunitarios de monitoreo y seguimiento

Para garantizar el funcionamiento, monitoreo y evaluación de los impactos planteados en la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático, se han diseñado mecanismos comunitarios responsables de la recolección, análisis y divulgación de información; como:

**Comité de gestión de riesgos y monitoreo ambiental veredal.** Lo integran diferentes personas, que son claves dentro de la comunidad. El propósito de este comité es realizar el monitoreo a las obras que se implementaron en algunas de las veredas del corregimiento El Encano, entre la cuales están: la obra de bioingeniería, el sistema silvopastoril, la restauración ecológica participativa y el ecoturismo. Además de llevar un registro microclimático de la zona, con el fin de adaptarse a las variaciones climáticas que pueden ocurrir en el territorio. La imagen 8 muestra las funciones de cada miembro y el esquema de comunicación.

**Tabla 4 Actores comité veredal**

Actor	Función
Representante Red de Monitoreo microclimático	Encargada del registro diario de datos microclimáticos y posteriormente entregarlos.
Escuela Veredal	Docente de las ciencias ambientales, quien guíe las actividades propuestas, vinculando a los estudiantes. Entre las funciones que debería desarrollar están: el análisis mensual de los datos microclimáticos, redacción mensual, del boletín ambiental.
Representante Junta de acción comunal (JAC)	Liderazgo y capacidad para convocar al desarrollo de diferentes actividades, entre las cuales está el monitoreo a las medidas de adaptación al cambio climático.
Representante Junta de acueducto	La participación de este representante es muy importante puesto que se encarga del manejo del recurso hídrico, entre las medidas de adaptación al cambio climático, uno de los objetivos es conservar y preservar las fuentes de agua del corregimiento.

**Fuente:** Este estudio, 2017.

*Comité de gestión de riesgo y monitoreo ambiental corregimental.* El Comité de Gestión de Riesgo y Monitoreo Ambiental Corregimental se conforma de un grupo de personas con intereses, funciones y capacidades claves dentro del territorio. El propósito de este comité es llevar un control sobre el monitoreo de riesgo y el componente ambiental a nivel de corregimiento, esto, debido a que a pesar de que se plantea la conformación de un comité similar nivel veredal, es necesario que haya articulación de dichos comités veredales con un nivel corregimental para facilitar la comunicación de información.

La función general del comité está ligada a la toma de decisiones en materia ambiental y de riesgo sobre aspectos que implican la totalidad del territorio; otra de las funciones importantes del comité es informar a la comunidad sobre sucesos importantes que le corresponden, actualizar periódicamente la información y facilitar el acceso a la misma. La imagen 9 muestra las funciones de cada miembro y el esquema de comunicación.

**Tabla 5 Actores comité corregimental**

<b>Actor</b>	<b>Función</b>
Corregidor	Facilitar la gestión de recursos para proyectos y actividades así como alianzas con otras instituciones y niveles administrativos de manera que se facilita la gestión ambiental y de riesgo en el corregimiento.
Representante cabildo indígena	Su participación es de gran importancia para fomentar la inclusión de este grupo social en la toma de decisiones y aprovechar el conocimiento ancestral de la comunidad indígena; apoya en la convocatoria de actividades y comunicación de información pertinente a su comunidad.
Representante Comité de Riesgo y Monitoreo Ambiental Veredal	Permitir flujo adecuado de información entre niveles Veredal y Corregimental, la persona representante, deberá apoyar el monitoreo de medidas de adaptación dentro de su vereda y comunicar alertas e información pertinente a comité Veredal y a la comunidad.
Representante Amigos de la Cocha	Teniendo en cuenta que el ecoturismo es un aspecto clave en el territorio es importante que la red de turismo tenga participación en el comité y colabore con el monitoreo de medidas en el corregimiento y actualización de emprendimientos.
Representante I.E El Encano	Es un integrante clave porque permite la inclusión de los niños y jóvenes en las actividades y cuenta con recursos humanos adecuados para la realización de actividades, por tal razón se encargará de la actualización del libro verde del corregimiento, y colaborar con comunicación de información.
Representante Policía Nacional	La participación de este representante puede facilitar la coordinación de actividades y el apoyo de las mismas por tal razón entre sus funciones se encentra apoyar el monitoreo de medidas de adaptación y convocatoria de actividades, comunicación de información y respuesta a alertas en el territorio.

**Fuente:** Este estudio, 2017.

### ***Herramientas de monitoreo y seguimiento***

Dentro de la propuesta del modelo operativo de monitoreo ambiental participativo, se generan una serie de herramientas, las cuales facilitan la toma de datos, procesamiento, análisis y comunicación de los procesos de monitoreo ambiental, a continuación se describen las herramientas.

***Libro verde.*** Es una herramienta de manejo comunitario que pretende generar una plataforma de monitoreo educativo, el cual, se diseñara de acuerdo al saber local, teniendo en cuenta que su

esquema de monitoreo sea sencillo de manejar, por lo tanto, el comité de riesgos y monitoreo ambiental será el ente administrador de la presente herramienta.

En el caso veredal, el respectivo comité debe de elaborar sus esquemas de monitoreo dependiendo de los recursos que vayan a evaluar, por lo tanto, las veredas donde se implementaron las medidas de adaptación al cambio climático deben incluir en su libro verde los esquemas de monitoreo de los indicadores.

**Tabla 6 Módulos Libro Verde**

<b>Módulo</b>	<b>Descripción</b>
Datos del monitoreo microclimático	Esta información dará a conocer la variabilidad climática de la vereda, además de comunicar casos de alerta por épocas de lluvia intensa o sequía, con el fin de tomar decisiones en respuesta a estos eventos.
Monitoreo de indicadores de las medidas de adaptación al cambio climático	Esta información será incluida en el libro verde dependiendo de la frecuencia de monitoreo que se establezca en cada una de las metodologías de los indicadores.
Información externa	Se refiere a la información de relevancia obtenida en el monitoreo ambiental del territorio, por ejemplo: procesos de deforestación o reforestación.
Insumos de información turística	En el caso de existir emprendimientos o eventos turísticos que no se conocen, este espacio permite incluirlos dentro del libro verde, con el fin de dar a conocer estas nuevas oportunidades.
Observaciones	Esta parte da la oportunidad al administrador de realizar sus sugerencias de acuerdo a la información que contiene el libro verde y a las recomendaciones recibidas de actores claves u organizaciones, además puede anexar material fotográfico de algún evento importante.
Anexo	Material fotográfico de algún evento importante

**Fuente:** Este estudio, 2017.

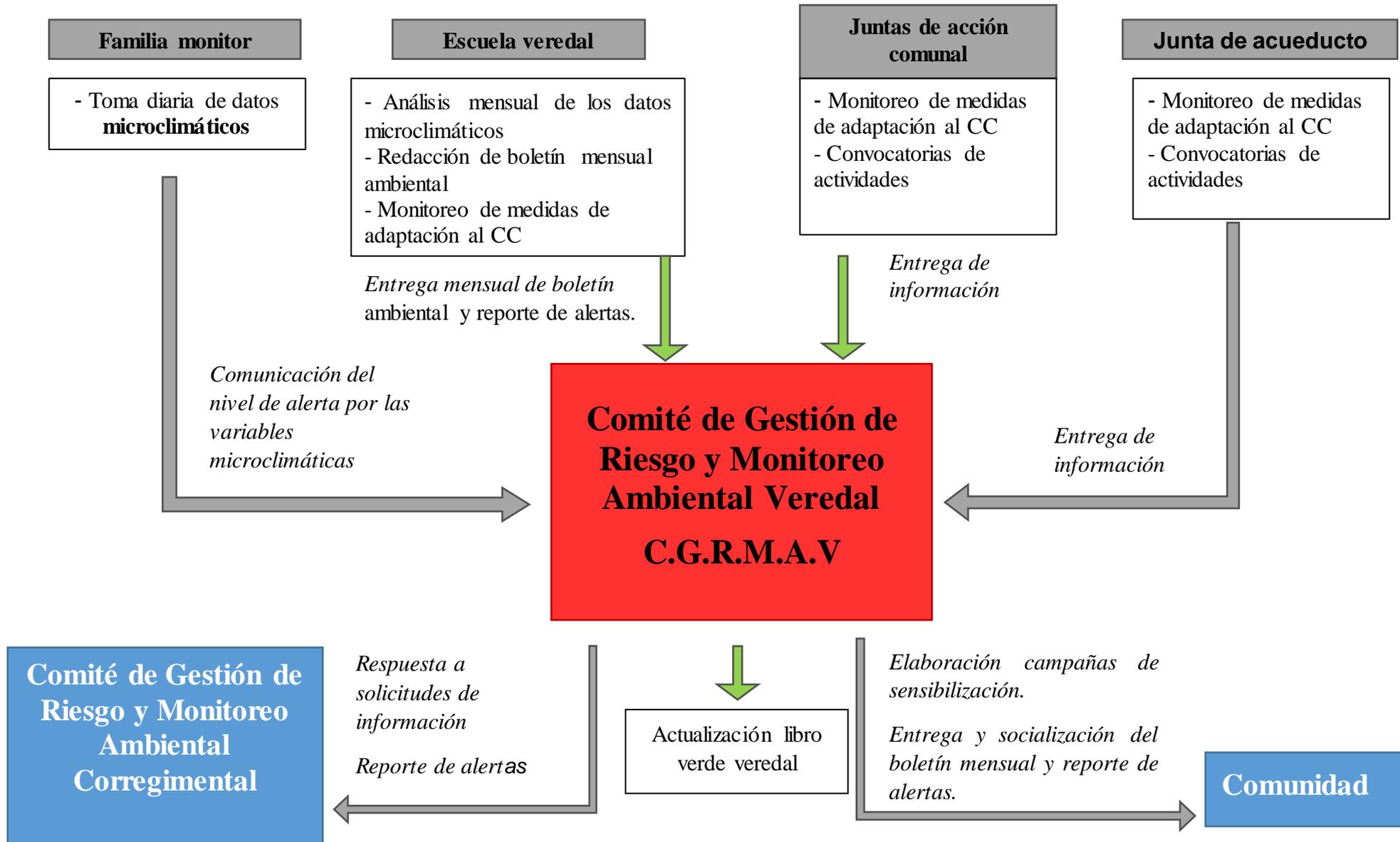
Por otra parte, el libro verde se divide en veredal y corregimental, dependiendo del nivel de importancia de algunos eventos monitoreados, en este caso el comité veredal se encargara de

actualizar el libro verde veredal, teniendo en cuenta toda la información ambiental y microclimática de este territorio, de igual manera el comité corregimental.

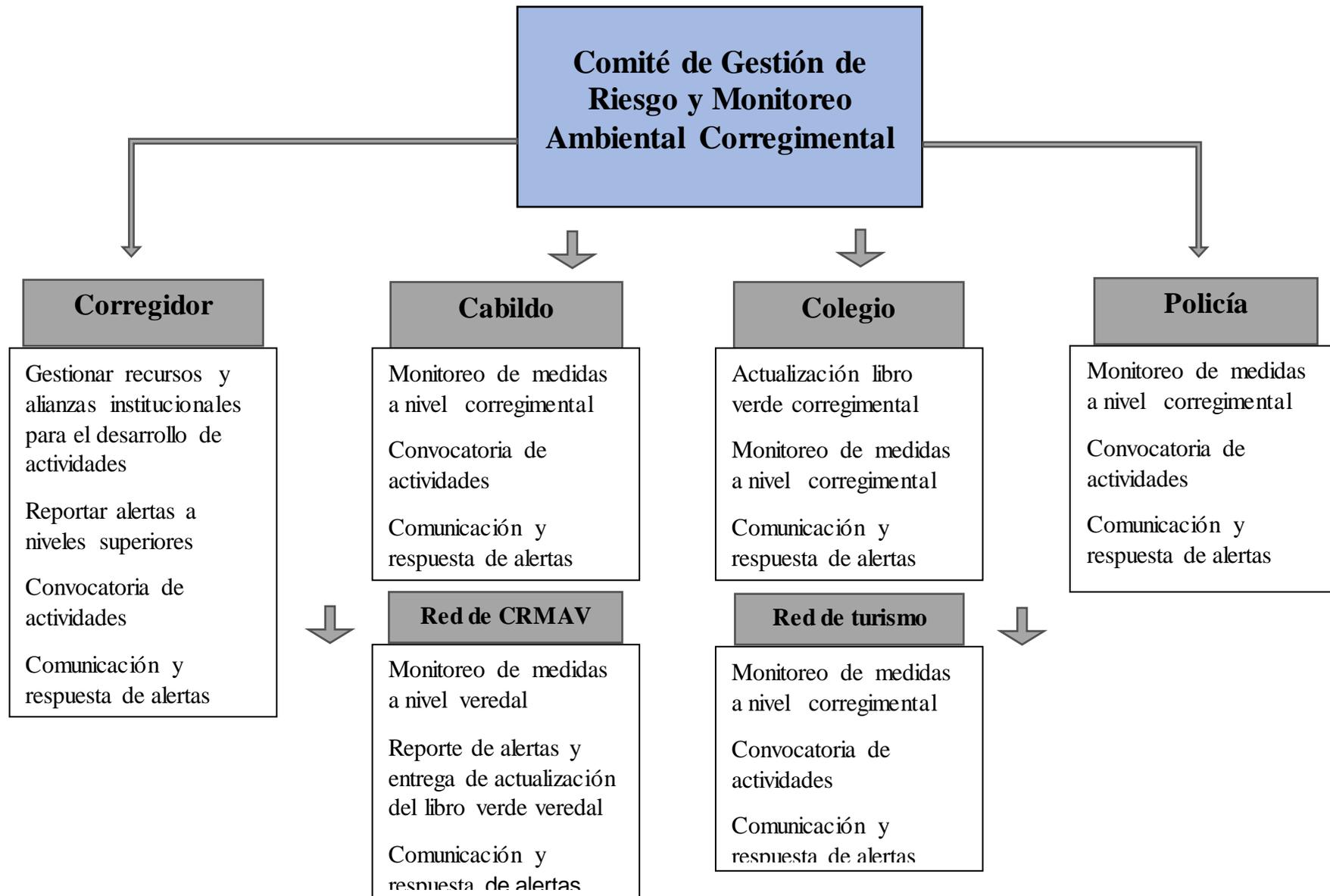
***Boletines mensuales y boletines de emergencia***

Esta información sintetiza los datos tomados durante el mes, teniendo en cuenta la relevancia de cada uno de los indicadores a monitorear.

*Esquema 1. Comité de riesgo y monitoreo ambiental veredal*



*Esquema 2. Comité de riesgo y monitoreo ambiental corregimental*



### **6.3. Ensayo de monitoreo participativo**

#### **6.3.1. Conformación grupo local participativo de monitoreo**

En el proceso de conformación del grupo local de monitoreo, se convocó a las personas a cargo del monitoreo microclimático de cada vereda del corregimiento El Encano, con el objetivo de dar a conocer las herramientas del Sistema de Alertas Tempranas SAT y comité de gestión del riesgo y monitoreo ambiental. Pero, se evidenció poco interés por parte de la comunidad en conformar un comité de gestión del riesgo y monitoreo ambiental veredal, por lo cual, se decidió trabajar con el grupo ecológico “Guardianes de La Cocha” en la formación de futuros monitores ambientales del territorio, teniendo en cuenta que desde inicios del año 2016, los integrantes hicieron parte del proceso de sensibilizar a la comunidad en la conservación y cuidado del entorno en el que viven.



**Imagen 7.** Conformación grupo local de monitoreo. Fuente: Este estudio, 2016.

### ***6.3.2. Capacitaciones conceptos bases de cambio climático***

Los talleres participativos buscan equilibrar los saberes abstractos y locales, teniendo en cuenta las experiencias vividas en el contexto rural (Cox, 1996). Por lo cual, el taller que se realizó con los integrantes del grupo ecológico, fue el primer paso para conocer los procesos de adaptación al cambio climático implementados en el corregimiento, en este caso ellos identificaron los conceptos de tiempo, clima, variabilidad climática, mitigación y adaptación por medio de ejemplos cotidianos.

. En conclusión, los estudiantes expresaron su interés de conocer las medidas de adaptación en profundidad, lo que incluye las visitas a estas zonas.

### ***6.3.3. Selección de indicadores***

Los indicadores ambientales y sus sistemas se convierten en instrumentos fundamentales y alternativas tecnológicas para operar la generación, almacenamiento, análisis y flujo de la información, una vez acordada su relevancia, pertinencia y síntesis (Polanco, 2006).

Por lo cual, para la sección de los indicadores es necesario tener en cuenta la pertinencia y utilidad para los posibles monitores, además de generar información que se pueda validar a nivel local y municipal, para futuras investigaciones. A continuación se muestran los indicadores seleccionados, de acuerdo a la factibilidad de implementarlos en territorio con los integrantes del grupo ecológico.

*Tabla 7. Selección de indicadores sistema silvopastoril*

INDICADOR	PERTINENCIA	SALIDAS DE CAMPO	NÚMERO DE MUESTRAS	RESULTADOS
Calidad de suelo.	En la propuesta presentada a PNUD, se sugiere un monitoreo anual, en este caso se puede realizar la evaluación de la calidad del suelo teniendo en cuenta que el SSP está establecido pero aún no funciona respectivamente.	Tres salidas de campo para realizar el muestreo de cada banco forrajero, teniendo en cuenta que se analizarán algunas variables.	Tres muestras por cada banco forrajero.	Estado de calidad del suelo sin actividades de pastoreo.
Cobertura vegetal	Seguimiento del aumento de la cobertura vegetal.	Para esta variable se realizara una visita para toma de fotografías y evaluación de la abundancia de cobertura vegetal.		Aumento de cobertura vegetal en los terrenos del ssp, además de realizar comparaciones con terrenos de pastura.
Belleza paisajística	Determinar el cambio del paisaje con la adecuación de la obra de bioingeniería.	Una visita para realizar la percepción del paisaje, además de determinar el uso que le darían a la unidad de paisaje.		Cambio en la visibilidad comunitaria del paisaje.

**Fuente:** Este estudio, 2016.

*Tabla 8. Selección de indicadores obra de bioingeniería*

<b>INDICADOR</b>	<b>PERTINENCIA</b>	<b>SALIDAS DE CAMPO</b>	<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Estabilidad del suelo y riesgo.	Evaluación visual de la obra de bioingeniería, teniendo en cuenta las condiciones de drenaje, grietas, áreas agrietadas y superficies erodadas.	Tener en cuenta eventos pluviales significativos o épocas de invierno. En este caso realizar por lo menos dos visitas en el resto de año para evaluar este indicador. Para esta variable se realizará una visita determinando la cantidad de estacas que han germinado y que especies son. Posteriormente se puede realizar una segunda visita para ver el crecimiento de cada estaca germinada.	No es necesario la toma de muestras, en este caso es necesario el material fotográfico.	Determinar actualmente y de manera sencilla la estabilidad de la obra de bioingeniería.
Cobertura vegetal	El aumento de cobertura vegetal en la obra, teniendo en cuenta la germinación de las estacas y su estado actual.	Una visita para realizar la percepción del paisaje, además de determinar el uso que le darían a la unidad de paisaje.	Un muestreo de hojas.	Aumento de cobertura vegetal en el sector de la obra de bioingeniería  Cambio en la visibilidad comunitaria del paisaje en la obra de bioingeniería.
Belleza paisajística	Determinar el cambio del paisaje con la adecuación de la obra de bioingeniería			

Fuente: Este estudio, 2016.

#### 6.3.4. Salidas de campo “implementación ensayo de monitoreo obra de bioingeniería”

Dentro del proceso de análisis de calidad de agua, el primer paso fue el reconocimiento detallado del sitio de muestreo, donde se observó que en la ribera de la quebrada la vegetación superan los 2m de altura, además parte de la vegetación sembrada en la obra está creciendo lentamente, y se puede encontrar a pocos metros la vía principal Pasto-El Encano y el sendero de la Divina Pastora que comunica hacia las zonas de conservación.

En la tabla 9, se muestran las familias encontradas en el muestreo y su correspondiente puntuación, además de los resultados de la clasificación de los bioindicadores:

**Tabla 9. Puntaje de las familias de Macroinvertebrados-BMWP**

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	5
	<i>Anomalopsychidae</i>	10
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
	<i>Athericidae</i>	10
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Oligoneuridae</i>	5
	<i>Leptophlebiidae</i>	10
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	6
<i>Hirundinea</i>		3
<i>Oligochaeta</i>		1
<i>Coleoptera</i>	<i>Psephenidae</i>	5
	<b>SUMA</b>	<b>57</b>

**Fuente:** Este estudio, 2017.

Según la información obtenida en campo y un índice BMWP de 57 que determina una calidad de agua moderadamente contaminada, se puede decir que el sector se encuentra en proceso de recuperación y conservación, pero existen algunos puntos de contaminación en la parta alta de la

quebrada, puesto que se realizan actividades agrícolas y ganaderas. Este análisis indica que el agua no es apta para consumo humano directamente.

Además se logró realizar un conteo de la sobrevivencia de las especies sembradas en la obra y tomar datos de las diferentes alturas de las mismas, donde se evidenció que la germinación de las estacas es mínima puesto que de 1500 sembradas se determinó el crecimiento de 168 con un porcentaje de sobrevivencia de 11,2%; pero aún existe la posibilidad de que las especies germinen, puesto que en el último conteo se evidenció especies con poca altura y en proceso de crecimiento; por el contrario, en la ribera de la quebrada donde se sembraron *Alnus jorullensis* H.B.K., estos tienen una altura mayor a los 2m, además de germinar la mayor parte de los mismos. En la tabla 10 se muestra la información obtenida de la presente actividad.

**Tabla 10. Sobrevivencia de especies sembradas**

ESPECIE	FAMILIA	N.C.	No INDIVIDUOS	PROMEDIO	
				ALTURA (cm)	Ø (cm)
ALISO	<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K.	12	148,41	2,15
CHILCA	<i>Asteraceae</i>	<i>Baccharis latifolia</i> (R.& P.) Pers.	41	106,48	1,28
N.N	<i>Asteraceae</i>		48	167,41	0,72
PELOTILLO	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth	11	63,45	0,27
COLLA BLANCA	<i>Asteraceae</i>	<i>Verbesina arborea</i> Kunth.	22	97	0,73
BORRACHERO	<i>Solanaceae</i>	<i>Datura arborea</i> L.	4	75,12	0,87
MOQUILLO	<i>Actinidiaceae</i>	<i>Saurauia pruinosa</i> R.E. Schult.	25	59,24	0,89
ENCINO	<i>Cunoniaceae</i>	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.	0	-	-
CARRIZO	<i>Poaceae</i>	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	0	-	-
MOTILÓN	<i>Theaceae</i>	<i>Freziera canescens</i> Bonpl	0	-	-

**Fuente:** Este estudio, 2017.

En general, la sobrevivencia de las especies sembradas es bastante baja, lo cual puede deberse a que la mayoría de las estacas no tenían las condiciones para rebrotar, como la necesidad hídrica

de cada una y el ecosistema al que pertenecen, por lo cual era recomendable buscar especies cercanas a la zona de intervención (Cenicafe, 2001).

A lo antes mencionado Azcon y Talon (1993) citado por Pantoja y Rivera (2013) manifiestan que el crecimiento de las estacas dependen de muchos factores como la cantidad de sustrato, tipo de enraizador utilizado, tipo de estaca y dureza de la misma, además de las condiciones ambientales los cuales actúan de manera relacionada influyendo en el porcentaje de sobrevivencia de estacas.

Además, en la jornada de conteo de especies no se identificó el crecimiento de *Freziera canescens* Bonpl, *Chusquea scandens* Kunth y *Weinmannia pubescens* Kunth., dado el caso de que estas especies pertenecen a ecosistemas de páramo, requieren de lugares húmedos y son de lento crecimiento, por lo cual, la zona donde se ubica la obra de bioingeniería puede que no cumpla con estas condiciones (Coral *et al.*, 2011).

En este caso, se evidenció el crecimiento de otras especies que germinaron de estacas, como: aliso, pelotillo *Viburnum pichinchense* Benth., colla blanca *Verbesina arborea* Kunth. y borrachero *Datura arborea* L., lo cual puede corresponder a que en el momento de corte no se tuvo en cuenta verdaderamente el nombre de la especie a la que pertenecía. En este caso, *Viburnum pichinchense* Benth es una especie que se adapta bien a los bosques subandinos, andinos y altoandinos y se encuentra entre los 1800 y 3400 m.s.n.m., aun así la altura que alcanzó es mínima en comparación con las otras especies (Corpoamazonia, 2012).

*Datura arborea* se estima que crece 7cm cada mes, por lo cual la altura promedio que debe de tener esta especie es de 168 cm aproximadamente transcurridos los dos años desde la siembra, en comparación con los datos obtenidos en campo, la altura promedio es de 75,12cm, lo que evidencia

un retraso en su crecimiento teniendo en cuenta que las condiciones de adaptación de la especie es la exposición a la luz solar entre los 1900 y 2900 m.s.n.m. (Cerinza, 2009).

En relación a la familia *Asteraceae*, estas especies tuvieron mayor adaptabilidad a las condiciones in situ, puesto que es una de las familias más comunes en la mayor parte de hábitats (García, 2014). Por lo cual, *Baccharis latifolia* (R.& P.) Pers., es una especie que se adapta a ecosistemas de clima subhúmedo y húmedo, en este caso la zona de intervención es apta para la especie; además sobrevive en suelos pesado, con drenaje lento o suelos degradados y sus requerimientos hídricos son moderados, por lo cual, se vincula a prácticas de conservación de suelos y estabilización de taludes, aunque es una especie heliófila estricta, por lo cual necesita zonas que estén expuestas a la radiación solar (CARE y PNCC, 2011).

*Saurauia pruinosa* R.E. Schult., es una especie endémica que se caracteriza por adaptarse a ecosistemas de subpáramo y páramo (Von Humboldt, 2016). En revisión de estudios no se encuentra la información completa de las condiciones naturales óptimas; aun así se evidencia el crecimiento de esta especie en la obra de bioingeniería. Del mismo modo, se evidenció el crecimiento de *Alnus jorullensis* H.B.K., en menor proporción, teniendo en cuenta que es una especie pionera que pueden encontrarse entre los 2000 y 3100 m.s.n.m., además, se desarrolla en áreas de alta nubosidad, afectadas por niebla. Generalmente se localizan cerca de los cursos de las quebradas, a lo largo de los caminos con suficiente luz y humedad (Sánchez *et al.*, 2011).



**Imagen 8.** Salida Obra de bioingeniería. Fuente: Este estudio, 2016.

Igualmente, se tomaron algunas fotografías con el fin de analizar la evolución del paisaje, teniendo en cuenta tres periodos de tiempo, los cuales se dividen así: sin la obra de bioingeniería, primer acercamiento del grupo PIRI (marzo, 2016) y mes de noviembre del 2016, transcurrido alrededor de dos años de su implementación.



**Imagen 9.** Evolución componente vegetal. Fuente: Este estudio, 2017.

En este caso, cabe resaltar que las fotografías tomadas en el último periodo de tiempo evidencian el aumento de la cobertura vegetal en la ribera de la quebrada Bellavista puesto que

existe un crecimiento natural de la vegetación debido a la escasa intervención antrópica. Por otra parte, mediante la visita a la obra y la toma de fotografías no se identificó inestabilidad en la obra de bioingeniería teniendo en cuenta el presente periodo de invierno, por lo cual, no se encontraron grietas de gran magnitud; pero se puede decir que en la parte superior de la obra existe una pequeña área de superficie del suelo erodada, que se atribuye a la falta de estructuras de detención del talud y de cobertura vegetal acorde a las condiciones *in situ*.

### 6.3.5. *Ensayo monitoreo sistema silvopastoril*

Las únicas actividades de seguimiento al sistema silvopastoril fue la poda de especies con altura mayor a 2 m, la determinación de sobrevivencia por especie, estimación de altura y diámetro promedio. En este caso, se lograron podar 26 árboles de *Acacia decurrens* Willd., con un total de biomasa de 15,5 Kg, que fueron dados de alimento para cuatro animales adultos. En relación a las otras tres especies, estas no se podaron puesto que no ha crecido lo suficiente durante un periodo de tiempo de dos años desde la siembra.

Por otra parte, en la tabla 11 se muestran los datos recolectados de la sobrevivencia, altura y diámetro de las especies sembradas en el banco forrajero intensivo.

**Tabla 11. *Sobrevivencia de especies sembradas.***

ESPECIE	N.C.	No SIEMBRA	No ACTUAL	% SOBREVIVENCIA	PROMEDIO	
					ALTURA (cm)	Ø (cm)
ALISO	<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K.	36	11	30,56	170,9	2,56
ACACIA	<i>Acacia decurrens</i> Willd.	238	235	98,74	199,85	4,93
SAÚCO	<i>Sambucus peruviana</i> Kunt.	240	208	86,67	74,69	0,83
BOTÓN DE ORO	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemls) gray.	165	98	59,39	81,94	1,75

**Fuente:** Este estudio, 2017.

De acuerdo a la información de la tabla, se puede decir que la especie que más se adapta a las condiciones naturales de la zona es la *Acacia decurrens*, teniendo en cuenta que es una especie que se encuentra entre los 1800 y 3200 m.s.n.m., además de crecer en suelo degradados; en relación a SSP presenta una sobrevivencia del 98,74% y un acelerado crecimiento mayor a 2 m en promedio en un periodo de tiempo de 14 meses (Gualdron y Padilla, 2007).

De igual manera *Sambucus peruviana* tiene un porcentaje alto de sobrevivencia (86,67%) puesto que se adapta bien en zonas de bosque húmedo, es de rápido crecimiento y rebrote, además de sobrevivir en suelos pedregosos, calcáreos y escombros. Pero la altura alcanzada en 2 años, no es óptima, esto se puede atribuir a que es una especie heliófila, es decir que requiere de la exposición al sol para crecer, en este caso *Acacia decurrens* por su altura no permite que la luz solar llegue directamente hacia las especies más pequeñas (Grajales *et al.*, 2015).

De las especies que tuvieron un menor porcentaje de sobrevivencia están: *Tithonia diversifolia* (Hemsl) gray (59,39%) y *Alnus jorullensis* H.B.K (30,56%), igualmente su altura no es óptima. pero en consulta de bibliografías estas especies son de rápido crecimiento, pueden adaptarse a condiciones de suelos degradados y clima frío, lo cual no se relaciona con los resultados obtenidos en el SSP. En general, se puede atribuir a que las tres especies no hayan crecido adecuadamente, puesto que *Acacia decurrens* es una especie invasora que compite y supera a otras; además, las acacias fijan nitrógeno atmosférico y aumentan los niveles de nitratos en el suelo, por lo que muchas especies no pueden sobrevivir en suelos enriquecidos (Matthews, 2005).

## 7. CONCLUSIONES

La sobrevivencia de especies arbóreas implementadas en una obra de bioingeniería depende de muchos factores ambientales para su germinación y crecimiento, en este caso el estudio preliminar del componente vegetativo y su comportamiento en su habitat natural determina la factibilidad de utilizar algunas especies en un sitio determinado.

La participación comunitaria es fundamental en la selección de indicadores de monitoreo a las medidas de adaptación al cambio climático, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones el conocimiento local define la pertinencia de los mismos en el proceso.

Los procesos participativos de implementación de medidas de adaptación al CC, permite que la comunidad adquiera nuevos conocimientos y tenga la capacidad de replicarlos en otros sectores del corregimiento.

La experiencia PIRI durante el año fue beneficiosa en mi carrera profesional y a nivel personal, partiendo de un contexto interdisciplinario, donde la visión y la opinión de todos los compañeros son importantes en la toma de decisiones. De igual manera, el trabajo en comunidades rurales permite explorar las verdaderas problemáticas sociales, económicas y ambientales que viven estos sectores, teniendo en cuenta su propia perspectiva. Además, las comunidades conocen muy bien la importancia ecológica de su territorio, por lo cual es enriquecedor aprender del manejo ambiental que le dan a sus recursos naturales.

## 8. RECOMENDACIONES

Los proyectos de adaptación al cambio climático en comunidades rurales generalmente son a largo plazo, por lo que las entidades públicas y privadas que intervienen en estos territorios deben brindar su acompañamiento permanente, hasta que las comunidades estén capacitadas y puedan tomar decisiones por sí solas respecto a estos temas.

Los comités de monitoreo ambiental y de gestión de riesgos formulados en esta propuesta deben ser líderes locales o personas responsables en el manejo de la información generada a partir del monitoreo, puesto que esta información será parte de la comunicación entre veredas y entidades externas, por lo cual, debe ser completa y verídica.

La obra de bioingeniería requiere un monitoreo técnico, teniendo en cuenta que no se conocen las condiciones de estabilidad, además se requiere un cambio de las estacas sembradas puesto que la mayor parte de estas no germinaron, y el propósito de este tipo de obras es que estas especies vegetales sean las que cumplan la función de retención del suelo, en el momento que la estructura se debilita por las condiciones naturales del lugar. De igual manera, es necesario investigar sobre las especies implementadas, con el fin de conocer la capacidad de sobrevivir en las condiciones ambientales del sector, teniendo en cuenta que existen pocos estudios respecto al comportamiento del componente vegetativo en hábitat diferentes.

El sistema silvopastoril es una opción sostenible para las familias ganaderas, teniendo en cuenta que mejora la nutrición de los animales, por ende la producción de carne y leche, además de incluir los beneficios ecológicos, pero es necesario que en los primeros años de implementación se dé un buen manejo al mismo, incluyendo el plateo y la poda en el momento oportuno.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Pasto; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2015. Medidas de adaptación al cambio climático. Nariño, Colombia. ISBN. 39 p.
- Aristizábal, E.; González, T.; Montoya, D.; Vélez, J.; Martínez, H.; Guerra, A. 2011. Análisis de umbrales empíricos de lluvia para el pronóstico de movimientos en masa en el Valle de Aburrá, Colombia. Scielo. Revista EIA. Esc.Ing.Antioq no.15 Envigado.
- Bazarra, A. 2007. Apuntes sobre metodología de la investigación. La consulta a expertos como estrategia para la recolección de evidencias de validez basadas en el contenido. Universidad Pedagógica de Durango. México. 10p.
- Becerra, M; Mance, H. 2009. Cambio climático: lo que está en juego. Foro Nacional Ambiental. Bogotá, Colombia. Carmen Ana Dereix. Primera edición. 76 p.
- Bethencourt, L.; Carrillo, M.; Fernández, B.; Jungemann, B.; Ludeña, C. 2008. Diseño de un sistema de monitoreo comunitario de los impactos sociales y ambientales de La Isabelica, estado Carabobo. Venezuela. Scielo.
- CARE Bolivia y el Programa Nacional de Cambio Climático (VMA-MMyA). 2011. fichas botánicas de especies agroforestales nativas aptas para tierras Altoandinas. Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de los Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA). La Paz, Bolivia. 59p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 2006. Uso de Principios, Criterios e Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Turrialba, Costa Rica. ISBN. 73 p.
- Cerda, H. 1991. Los elementos de la Investigación. Capítulo 7: Medios, Instrumentos, Técnicas y Métodos en la Recolección de Datos e Información. Bogotá. El Búho. pp. 235-339.
- Comisión Europea. 2006. El cambio climático: ¿Qué es? Introducción para jóvenes. Dirección General de Medio Ambiente. ISBN. 24 p.
- Coral, D.; Coral, J.; Muñoz, D. 2011. Caracterización del conocimiento local del componente arbóreo en fincas ganaderas. Universidad de Nariño. Nariño, Colombia. Volumen XXVIII No. 2. Pags. 18 – 30.
- Corpoamazonia. 2012. Caracterización de la industria transformadora de la madera en el departamento del Putumayo. 14p.
- Corpoica. 2015. Bancos forrajeros en sistemas agrosilvopastoriles para la alimentación animal en el piedemonte del Meta. Villavicencio, Colombia. ISBN. 88 p.
- Costa, C. 2007. La adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Bogotá D.C. Scielo. 7 p.

Cox, R. 1996. El saber local, metodologías y técnicas participativas. La Paz, Bolivia. NOGUB-COSUDE / CAF. 94p.

Crocetti, C. 2011. Reducción del riesgo por deslizamiento en la cuenca alta del Río Cauca y desarrollo de un piloto de análisis participativo de vulnerabilidad en la subcuenca del Río Molino, municipio de Popayán, departamento del Cauca. 75 p.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA. 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. 88p.

Departamento Nacional de Planeación, DNP e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. 2010. Plan Nacional de adaptación al cambio climático. ABC: Adaptación, Bases conceptuales. Colombia. 12 p.

EPM Ituango. 2011. Actualización estudio de impacto ambiental – plan de monitoreo y seguimiento. 88 p.

Gallego, I. 1998. El enfoque del monitoreo y la evaluación participativa (MEP): batería de herramientas metodológicas. Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación de la Universidad Complutense de Madrid (IUDC-UCM). Biblioteca Asocam, 30 p.

Geilfus, F. 2009. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José, Costa Rica. ISBN. 217p. recuperado de: <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>

Grajales, B.; Botero, M.; Ramírez, J. 2015. Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Volumen 6 Número 1, ISSN.

Greenpeace. 2009. Cambio climático: futuro negro para los páramos. Colombia. 18 p.

Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático, IPCC. 2014. Cambio climático 2014; Impactos, adaptación y vulnerabilidad. 40 p. Recuperado de: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf)

Gualdrón, E.; Padilla, C. 2007. Producción y calidad de leche en vacas holstein en dos arreglos silvopastoriles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata* asociadas con pasto kikuyo, (*Pennisetum clandestinum*). Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 124p.

Herrán, C. 2012. El cambio climático y sus consecuencias para América Latina. Proyecto de Energía y Clima de la Fundación Friedrich Ebert – FES, México. 8 p. Recuperado de: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf>

Institución educativa Cerinza. Borrachero, Clasificación taxonómica. 6p.

Instituto Alexander von Humboldt. 2009. Complejo de Páramos Doña Juana - Chimayoy a escala 1:25.000. Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales. Bogotá, Colombia. 122p.

MAC y EPYPSA. 2012. Sistema comunitario de monitoreo de indicadores biológicos y control de amenazas antrópicas a la biodiversidad. Parque Internacional la amistad y territorios indígenas Bribri y Cabécar de Talamanca. España. 80p.

Matthews, S. 2005. GISP Programa Mundial sobre Especies Invasoras. Primera edición en 2005 ISBN 1-919684-49-2.

Meneses, D. 2015. Informe único y final de ejecución de obra biotécnica en la vereda Bellavista, corregimiento El Encano, municipio de Pasto. Proyecto: territorios sostenibles y adaptados. 17p.

Muñoz, D.; Calvache, D.; Yela, J. 2013. Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño. Universidad de Nariño. REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS 29 (1): 38 - 53. ISSN.

Navarro, F., Campo, A. y Serrada, R. 1996. Supervivencia de cinco especies forestales en función de los procedimientos de preparación del suelo en el parque natural de Málaga. Madrid, España. pp. 113-118.

Ochoa, E. 2011. Implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería Brahman puro. Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Industrias pecuarias. Caldas, Antioquia. 68 p.

Orellana, D. y Sanchez, M. 2006. Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. Asociación Interuniversitaria de Investigación Pedagógica. Murcia, España. Revista de investigación Educativa. pp. 205-222.

Ortiz, F.; Gz-Janica, H. 2012. Efectos ambientales y socio-económicos del sistema de producción ganadero con enfoque ambientalmente sostenible y el sistema tradicional, implementados en las fincas Escocia y Alejandría, respectivamente en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. Cartagena. 107 p.

Ortiz, L.; Solís, B.; Juárez, J.; Galmiche, A.; Colorado, R. 2010. Valoración del paisaje como instrumento para el desarrollo socioeconómico local en las comunidades de Río seco, Segunda sección de Cárdenas. Tabasco. Universidad Popular de Chontalpa. 10 p.

Ossa, A. 2013. Cercas vivas y su importancia ambiental en la conservación de avifauna nativa. Universidad de Sucre - SUE Caribe, Maestría en Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical, Colombia. Rev. Colombiana cienc. Anim. 23 p.

Pantoja, W.; Rivera, H. 2013. Evaluación de la propagación vegetativa de algunas especies forestales nativas para obras de bioingeniería, en el municipio de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto. 30 p.

Perovic, P.; Trucco, C.; Tálamo, A.; Quiroga, V.; Ramallo, D.; Lacci, A.; Baungardner, A.; Mohr, F. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad - Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina. 74p.

Petrone, A.; Petri, F. 2006. La ingeniería naturalística. Técnicas apropiadas y sostenibles para la reducción de la vulnerabilidad del territorio. Pag. 8.

Pettengell, C. 2010. Adaptación al cambio climático. Capacitar a las personas que viven en la pobreza para que puedan adaptarse. Reino Unido. 6 p.

Polanco, C. 2006. Indicadores ambientales y modelos internacionales para la toma de decisiones. Universidad Nacional. Medellín, Colombia. Gestion y ambiente. 41p.

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia. Medellín.

Sanchez, L.; Amado, G.; Criollo, P.; Carvajal, T.; Roa, J.; Cuesta, A.; Conde, A.; Umaña, A.; Bernal, L.; Barreto, L. 2009. El aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Colombia. Corpoica. 56p.

SINAC. 2012. Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales comerciales. Material parte de la Colección Silvicultura Plantaciones Forestales (N°4). Pag 24.

Therburg, A.; D'Inca, V.; López, M. (2002). Modelo de indicadores ambientales. Observatorio ambiental. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. Revista Proyección, CIFOT. 17p.

Villanueva, C.; Ibrahim, m.; Casasola, F.; Arguedas, R. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. 20 p.