

**Línea base y propuesta de plan de monitoreo para las actividades de implementación del proyecto de Restauración Ecológica Participativa del Parque Nacional Natural Munchique**

**Luis Fernando Rentería Copete**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental**

**Director:**

**Msc. William Andrés Galvis**

**ECAPMA - UNAD**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, y del Medio Ambiente**

**Pregrado en Ingeniería Ambiental**

**Popayán**

**2019**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

**Aprobada en Fecha**

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Orientador**

## **Dedicatoria**

Este logro va dedicado a Dios, creador del universo y fuente de poder; a mis padres amorosos por darme la vida y su buen ejemplo de cómo vivirla; a mi esposa por su apoyo constante y por soportar mis noches de desvelo y dedicación académica; a mi hija, quien es el Sol de mi vida y la fuente de mi inspiración; a mi tía Martha ya que gracias a su esfuerzo y amor fue posible materializar este sueño; así como también a todas las personas que hicieron parte de mi proceso de formación profesional.

## Resumen

En virtud del acuerdo para la prosperidad 079 del 28 de agosto del 2012 celebrado entre el gobierno nacional, las entidades competentes y las comunidades habitantes de las áreas protegidas, se propuso la construcción de una política pública que desarrolle alternativas para el manejo y la gestión de la conservación de los Parques Nacionales Naturales. En este sentido el Parque Nacional Munchique en el marco del proyecto de Restauración Ecológica Participativa (REP), el cual se viene desarrollando de manera conjunta con las comunidades campesinas que habitan tanto dentro del área protegida, como en su zona de amortiguación y bajo el apoyo presupuestario de la Unión Europea, ha venido realizando una serie de actividades de implementación encaminadas a la solución de los conflictos socioambientales que se presentan por el uso, ocupación y tenencia del suelo. Este tipo de iniciativas de restauración ecológica participativa pretenden involucrar a las comunidades en los programas, planes y políticas de conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, para fortalecer su relacionamiento, lo cual facilita que las estrategias y objetivos de conservación de las áreas protegidas se fortalezcan; y a su vez, para que las comunidades puedan garantizar de manera sostenible, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales con que cuentan en sus territorios.

Las acciones de implementación desarrolladas de manera conjunta entre el Parque Nacional Natural Munchique y las comunidades presentes en su área de influencia son las siguientes:

Tabla 1. *Actividades de Implementación del Proyecto REP*

Acciones	Objetivos
Implementación de Biodigestores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminuir las presiones al recurso hídrico por efecto de las aguas residuales.</li> <li>▪ Disminuir las presiones sobre el recurso bosque generadas por el leñateo</li> </ul>

Implementación de Estufas eficientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminuir las presiones sobre el recurso bosque generadas por el leñateo</li> <li>▪ Mitigar los efectos nocivos en la salud humana por efectos del humo de combustión de leña</li> </ul>
Implementación de trampas de grasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminuir las presiones al recurso hídrico por efecto de las aguas residuales.</li> <li>▪ Evitar la contaminación y los procesos erosivos en el recurso suelo</li> </ul>
Implementación de filtros purificadores de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mitigar los efectos nocivos en la salud humana por consumo de agua no tratada</li> </ul>

Fuente: El autor

Estas implementaciones requieren el levantamiento de la línea base del área de influencia del proyecto REP y un plan de monitoreo que permita evaluar de manera acertada, el logro de los objetivos planteados, los cuales giran en torno a la mitigación de los impactos ambientales y al mejoramiento de la calidad de vida de la población asentada dentro del PNN Munchique y en su zona amortiguadora.

**Palabras clave:** Restauración ecológica. Conservación de áreas protegidas. Desarrollo sostenible. Saneamiento ambiental.

## Tabla de contenido

Introducción .....	14
1. Planteamiento del problema.....	15
2. Justificación .....	16
3. Objetivos.....	17
3.1 General .....	17
3.2 Específicos .....	17
4. Marco conceptual y teórico.....	18
4.1 Línea Base.....	18
4.2 Indicadores .....	19
4.2.1 Tipos de indicadores. ....	19
4.3 Monitoreo .....	20
4.3.1 Monitoreo ambiental.....	21
4.3.2 Monitoreo del impacto biofísico.....	21
4.3.3 Monitoreo del impacto socioeconómico.....	22
4.4 Restauración ecológica participativa.....	22
4.4.1 Antecedentes de la restauración ecológica en Colombia. ....	24
5. Normatividad .....	27
6. Marco general del proyecto REP .....	36
6.1 Localización .....	37
6.2 Área de influencia del proyecto REP del PNN Munchique .....	38
6.3 Antecedentes .....	39
6.4 Actividades de implementación .....	40
6.4.1 Biodigestores.....	41

6.4.1.1 Usos del Biogás.....	42
6.4.1.2 Usos del Biol.....	42
6.4.1.3 Tipos de biodigestores. ....	42
6.4.1.4 Beneficios ambientales del biodigestor. ....	44
6.4.1.5 Beneficios socioeconómicos del biodigestor. ....	45
6.4.2 Estufas eficientes. ....	45
6.4.2.1 Tipos de estufas eficientes. ....	47
6.4.2.2 Beneficios ambientales de las estufas eficientes.....	48
6.4.2.3 Beneficios socioeconómicos de las estufas eficientes. ....	49
6.4.3 Trampas de grasas.....	50
6.4.3.1 Funcionamiento y diseño. ....	51
6.4.3.2 Modelos de trampas de grasa. ....	51
6.4.3.3 Mantenimiento. ....	52
6.4.3.4 Beneficios ambientales y socioeconómicos de las trampas de grasa.....	53
6.4.4 Filtros purificadores de agua.....	54
6.4.4.1 Tipos de filtros purificadores de agua.....	54
6.4.4.2 Mantenimiento del filtro lento. ....	56
6.4.4.3 Beneficios ambientales y socioeconómicos de los filtros purificadores.....	57
7. Metodología .....	58
8. Resultados .....	60
9. Línea base proyecto REP del PNN Munchique.....	67
9.1 Generalidades .....	67
9.2 Aspectos biofísicos.....	68
9.2.1 Geología.....	68
9.2.2 Paisajes.....	69

9.2.3	Clima.....	72
9.2.4	Suelos.....	74
9.2.5	Usos del suelo.....	74
9.2.6	Coberturas vegetales.....	75
9.2.7	Hidrología.....	78
9.3	Aspectos socioeconómicos.....	80
9.3.1	Población.....	80
9.3.2	Infraestructura vial.....	82
9.3.3	Servicios públicos.....	84
9.3.4	Salud.....	85
9.4	Matriz de identificación de impactos ambientales.....	88
9.5	Matriz de caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto REP.....	89
10.	Propuesta de plan de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP del PNN Munchique.....	90
10.1	Introducción.....	91
10.2	Objetivos del plan de monitoreo.....	92
10.2.1	General.....	92
10.2.2	Específicos.....	92
10.3	Organigrama plan de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP.....	93
10.4	Protocolo de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP.....	94
10.4.1	Monitoreo de aguas.....	94
10.4.1.1	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aguas residuales domesticas.....	94
10.4.1.2	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos agua destinada al consumo.....	95
10.4.1.3	Sitios de muestreo.....	97
10.4.1.4	Frecuencia.....	97



10.4.1.5	Recolección y preservación de muestras. ....	98
10.4.1.5.1	Tipo de muestra. ....	98
10.4.1.5.2	Recipientes para las muestras. ....	98
10.4.1.6	Cadena de custodia. ....	98
10.4.1.6.1	Rotulación. ....	98
10.4.1.6.2	Carta de custodia. ....	99
10.4.1.6.3	Hoja de remisión de muestras. ....	99
10.4.1.6.4	Transporte de la muestra al laboratorio. ....	99
10.4.1.6.5	Análisis de muestras. ....	99
10.4.1.7	Toma de muestras. ....	99
10.4.2	Monitoreo del impacto socioeconómico. ....	103
10.4.3	Monitoreo del consumo de leña. ....	104
10.4.4	Materiales y equipos. ....	106
10.4.5	Personal. ....	107
10.4.6	Análisis de resultados. ....	107
10.4.7	Toma de decisiones. ....	107
11.	Conclusiones. ....	108
12.	Recomendaciones. ....	109
13.	Anexos. ....	110
13.1	Salidas de campo. ....	110
13.2	Reuniones con funcionarios del PNN Munchique. ....	111
14.	Referencias bibliográficas. ....	113

## Lista de tablas

Tabla 1. <i>Actividades de Implementación del Proyecto REP</i> .....	4
Tabla 2. <i>Normatividad Restauración Ecológica</i> .....	27
Tabla 3. <i>Área de Influencia del PNN Munchique</i> .....	38
Tabla 4. <i>Estufas Eficientes Instaladas en las Regiones de Colombia</i> .....	47
Tabla 5. <i>Tipos de Estufas Eficientes</i> .....	47
Tabla 6. <i>Cronograma de Actividades Metodológicas</i> .....	59
Tabla 7. <i>Paisajes Presentes en el Departamento del Cauca</i> .....	69
Tabla 8. <i>Climatología del PNN Munchique</i> .....	72
Tabla 9. <i>Zonas Climáticas del PNN Munchique</i> .....	73
Tabla 10. <i>Subcuencas del PNN Munchique</i> .....	78
Tabla 11. <i>Afectación de las Subcuencas del PNN Munchique</i> .....	80
Tabla 12. <i>Red Vial Primaria Municipio de El Tambo</i> .....	82
Tabla 13. <i>Red Vial Secundaria Municipio de El Tambo</i> .....	83
Tabla 14. <i>Acueductos Interveredales del Municipio de El Tambo</i> .....	84
Tabla 15. <i>Causas de Morbilidad en Menores de 5 Años en el Municipio de El Tambo</i> .....	86
Tabla 16 <i>Parámetros Físicoquímicos a Monitorear Agua Residual Domestica</i> .....	95
Tabla 17 <i>Parámetros Físicoquímicos a Monitorear Agua de Consumo</i> .....	96
Tabla 18. <i>Sitios de Muestreo</i> .....	97
Tabla 19. <i>Materiales y Equipos para el Monitoreo de Aguas</i> .....	106

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Entidades Ejecutoras de Proyectos de Restauración.....	25
<i>Figura 2.</i> Nivel de Participación Comunitaria en los Proyectos de Restauración.....	26
<i>Figura 3.</i> Localización General del Parque Nacional Natural Munchique .....	37
<i>Figura 4.</i> Predios con Acuerdos de Restauración Ecológica Participativa.. .....	40
<i>Figura 5.</i> Sistema Básico de Funcionamiento de un Biodigestor.....	41
<i>Figura 6.</i> Biodigestor Familiar de Bajo Costo. ....	43
<i>Figura 7.</i> Biodigestor Familiar de Bajo Costo Implementado por el Proyecto REP.....	43
<i>Figura 8.</i> Uso Regional de Leña Para Cocción de Alimentos en Colombia .....	46
<i>Figura 9.</i> Estufa Eficiente Implementada por el Proyecto REP .....	48
<i>Figura 10.</i> Modelos de Trampas de Grasas .....	51
<i>Figura 11.</i> Trampas de Grasas Implementada por el Proyecto REP.. .....	52
<i>Figura 12.</i> Filtro de Vela Cerámica.....	55
<i>Figura 13.</i> Filtros Purificadores de Agua Implementados por el Proyecto REP.....	56
<i>Figura 14.</i> Agua Residual de Fregadero.....	60
<i>Figura 15.</i> Tanque de Almacenamiento de Agua para Consumo.....	61
<i>Figura 16.</i> Transformación de las Coberturas Vegetales del PNN Munchique. ....	62
<i>Figura 17.</i> Encuesta Recopilación Información Primaria .....	63
<i>Figura 18.</i> Uso de Leña para la Cocción de Alimentos.....	64
<i>Figura 19.</i> Resultados Encuesta. ....	64
<i>Figura 20.</i> Reuniones de Divulgación de Objetivos del Proyecto REP .....	66
<i>Figura 21.</i> Reunión con Funcionarios del PNN Munchique .....	66

<i>Figura 22.</i> Distribución de Paisajes en el Departamento del Cauca.....	70
<i>Figura 23.</i> Paisaje de Montaña Vereda El Rosal PNN Munchique.....	71
<i>Figura 24.</i> Paisaje de Montaña Vereda El Cóndor PNN Munchique.....	71
<i>Figura 25.</i> Cambio de las Coberturas Vegetales del PNN Munchique..	77
<i>Figura 26.</i> Subcuencas del PNN Munchique .....	79
<i>Figura 27.</i> Distribución Poblacional Municipio de El Tambo .....	81
<i>Figura 28.</i> Contenedor de Leña .....	104

**Lista de fichas**

Ficha 1. <i>Protocolo Para Toma de Muestras de Aguas</i> .....	100
Ficha 2. <i>Ficha Técnica Cadena de Custodia de Muestras de Agua</i> .....	101
Ficha 3. <i>Formato de Etiqueta Para Rotulación de las Muestras</i> .....	102
Ficha 4. <i>Ficha de Ingreso de Muestra al Laboratorio</i> .....	102
Ficha 5. <i>Ficha de Registro y Monitoreo de Afectaciones a la Salud</i> .....	103
Ficha 6. <i>Ficha de Seguimiento y Monitoreo del Consumo de Leña</i> .....	105

## Introducción

Colombia es un país con una gran diversidad biológica y cultural; parte de esta diversidad está representada en las 59 áreas naturales que pertenecen al Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNNC; la declaración de estas áreas protegidas por parte del Estado colombiano tiene como objetivo principal la protección y conservación de la fauna, la flora y los servicios ecosistémicos que éstas brindan, como un aporte fundamental para la sostenibilidad ambiental del país y la conservación de su biodiversidad. Sin embargo, en 26 áreas protegidas hay presencia de comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas. Esta situación, genera conflictos socioambientales, por la diversidad de formas y dinámicas de manejo, ocupación y uso del territorio. PNNC (2009).

En este sentido el Parque Nacional Natural Munchique, bajo el apoyo presupuestario de la unión Europea y en el marco del Proyecto REP, viene desarrollando una serie de actividades de implementación encaminadas a la solución de los conflictos por uso, ocupación y tenencia que se presentan con las comunidades que habitan dentro del área protegida y en su zona amortiguadora. PNNC (2017).

El presente trabajo define la línea base del área de influencia del Proyecto REP del PNN Munchique, en sus aspectos biofísicos y socioeconómicos; la cual sirvió de referencia para construir la propuesta de plan de monitoreo de las actividades de implementación que se vienen ejecutando y pretende ser la herramienta técnica que permita medir y evaluar de manera correcta, el cumplimiento de los objetivos del proyecto, es decir la efectividad de estas implementaciones en términos de la mitigación de los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y en términos del mejoramiento de la calidad de vida de la población.

## **1. Planteamiento del problema**

Las comunidades presentes en el área de influencia del PNN Munchique, en sus dinámicas propias de vida, desarrollan diversas actividades de tipo agrícola, pecuaria y de supervivencia como la caza y el leñateo, las cuales impactan de manera considerable a los ecosistemas, generando presiones al recurso suelo, agua, así como a la fauna y a la flora. Por tal razón el Parque Nacional Natural Munchique en el ejercicio de su autoridad ambiental, ha venido realizando una serie de actividades de implementación en el marco del proyecto REP, las cuales están enfocadas al logro de sus objetivos misionales de conservación, en términos de mitigar los impactos generados por estas actividades antrópicas, así como también al mejoramiento de la calidad de la población.

El Parque Nacional Natural Munchique está en la necesidad de establecer la línea base del área de influencia del proyecto REP, para poder establecer un marco de referencia que permita construir una propuesta de plan de monitoreo para las actividades de implementación que se vienen ejecutando, a través del cual sea posible medir y evaluar la efectividad de las implementaciones en términos de la mitigación de impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y en términos del mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que habitan dentro del área protegida y en su zona amortiguadora. La construcción de la línea base y el plan de monitoreo propuesto para las implementaciones de Restauración Ecológica Participativa, le permitirá al PNN Munchique medir la efectividad de las actividades de implementación contempladas en el marco del proyecto REP, así como también establecer indicadores de logro de sus objetivos misionales de conservación.

## 2. Justificación

El Parque Nacional Natural Munchique como autoridad ambiental y con base en lo contemplado en el artículo 80 de la constitución política de Colombia el cual reza: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”, así como en lo establecido en la ley 165 de 1994, aprobatoria del convenio de la Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, la cual establece en su artículo 10, que el Estado “Protegerá y alentará la utilización consuetudinaria de los recursos biológicos, de conformidad con las prácticas culturales tradicionales que sean compatibles con las exigencias de la conservación o de la utilización sostenible” y que además “Prestará ayuda a las poblaciones locales para preparar y aplicar medidas correctivas en las zonas degradadas donde la diversidad biológica se ha reducido”, ha venido desarrollando estrategias de conservación como lo es el proyecto de Restauración Ecológica Participativa (REP), el cual apunta a la disminución de los impactos ambientales asociados a las actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que habitan dentro del área protegida y en su zona amortiguadora, con el objetivo de fortalecer los procesos de conservación de la biodiversidad, de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos, de los cuales también depende su sustento económico.

En este sentido es pertinente y de suma importancia el levantamiento de la línea base que sirva de marco de referencia para construir una propuesta de plan de monitoreo de las actividades de implementación que se vienen desarrollando en el marco del proyecto de REP del PNN Munchique, con el fin de poder medir y evaluar de manera eficaz, el alcance de este tipo de estrategias de conservación, en términos de la mitigación de los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y del mejoramiento de la calidad de vida de la población asentada dentro del área protegida y en su zona amortiguadora.



### **3. Objetivos**

#### **3.1 General**

Establecer la línea base y diseñar una propuesta de plan de monitoreo que permita medir y evaluar la mitigación de los impactos ambientales, así como los impactos socioeconómicos, en términos del mejoramiento de la calidad de vida de la población, generados a partir de las actividades de implementación desarrolladas en el marco del proyecto de Restauración Ecológica Participativa (REP) del Parque Nacional Natural Munchique.

#### **3.2 Específicos**

- Identificar el impacto ambiental y socioeconómico en relación con las actividades de implementación del proyecto de Restauración Ecológica Participativa del PNN Munchique.
- Elaborar protocolos de medición que permitan evaluar la mitigación del impacto ambiental de las actividades de implementación del proyecto REP del PNN Munchique.
- Elaborar protocolos de medición que permitan evaluar el impacto socioeconómico en términos del mejoramiento de la calidad de vida de la población, asociados a las actividades de implementación del proyecto REP del PNN Munchique.

## 4. Marco conceptual y teórico

### 4.1 Línea Base

“La línea de base (LB) es el marco de referencia que sirve para evaluar los impactos y cambios biofísicos y socioeconómicos producidos por un programa o proyecto” (Faustino y Jiménez, 2005, p.7).

“La línea de base refleja la situación de la población objetivo en relación con las dimensiones o problemas que el proyecto pretende abordar. Es la medida inicial de las variables y procesos que se esperan modificar con la intervención” (Escobar y Ramírez, 2003, p.13).

Según Escobar y Ramírez (2003) la línea base se alimenta de información secundaria como censos, encuestas previas, datos estadísticos oficiales, entre otros; así como de fuentes de información primaria como entrevistas o encuestas. En este sentido la línea base permitirá la caracterización de las condiciones biofísicas, ambientales y socioeconómicas, en las cuales se enmarca el proyecto de Restauración Ecológica Participativa del PNN Munchique y se convierte en el punto de partida para determinar los indicadores y variables a medir, los cuales servirán de referencia para el diseño de un plan de monitoreo que permita evaluar los impactos y resultados en términos ambientales y socioeconómicos relacionados con las acciones de implementación del proyecto.

En los proyectos de manejo de recursos naturales “los cambios e impactos, se producen a mediano o largo plazo, sin embargo es importante monitorear los procesos para establecer los ajustes necesarios y sustentar la intensidad de acciones en determinados componentes con el fin de asegurar los productos esperados” (World Vision, 2004, p.49).

## 4.2 Indicadores

“El indicador es una expresión sintética y específica, que señala una condición, característica o valor determinado en el tiempo (¿Cuándo?), en la cantidad (¿Cuánto?) y en la calidad (¿De qué tipo?)” (Rascón, 2007, p.8).

“Un indicador es un rastro, una unidad de medida que se utiliza para “observar”, “medir” y “verificar” los cambios que experimenta cierta variable” (Cerezo y Fernández, 2011, p.25).

“Los indicadores son medidas directas o indirectas de un evento, condición, situación o concepto, y permiten inferir conclusiones apreciativas acerca de su comportamiento o variación” (Di Virgilio y Solano, 2012, p.47).

Dependiendo de lo que se requiera evaluar, los indicadores pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, de carácter ambiental, biofísico o socioeconómico y deben servir de base para evaluar los objetivos y avances del proyecto, por tal razón deben ser definidos de manera precisa, correcta, en este sentido se recomienda que “para cada variable que se considere relevante en función de la unidad de análisis, se debe formular uno o varios indicadores, a través del/los cuál/es se podrá valorar y evaluar la dinámica de la variable”(Cerezo y Fernández, 2011, p.26).

### 4.2.1 Tipos de indicadores.

Faustino y Jiménez (2005) identifican tres tipos de indicadores: *Indicadores de Impacto*, que son aquellos relacionados con el logro de los objetivos propuestos por el proyecto, en términos de desarrollo social y ambiental; los *Indicadores de resultado*, que son aquellos que denotan cambios tanto cualitativos, como cuantitativos y que están relacionados con el logro de los objetivos específicos del proyecto y por último los *Indicadores de producto*, que se refieren a los productos reales entregados por el proyecto en términos de la ejecución de los recursos. Los mismos autores también mencionan que en el caso de proyectos que involucren un desarrollo integral, es decir, que dentro del logro de sus objetivos se contemplen aspectos ambientales, sociales y económicos, como es el caso del proyecto de Restauración Ecológica Participativa del

PNN Munchique, es necesario adoptar otro tipo de indicadores que permitan evaluar aspectos relacionados con la calidad de vida y el desarrollo humano de la población, como por ejemplo indicadores de salud, de educación, de empleo, etc.

Según Cerezo y Fernández (2011), los indicadores deben reunir las siguientes características:

- ✓ Validez: es decir que deben permitir medir lo que se busca medir;
- ✓ Confiabilidad: los resultados obtenidos en la medición de los indicadores deben ser iguales al ser medidos por distintos evaluadores;
- ✓ Sensibilidad: deben poder reflejar cambios;
- ✓ Especificidad: las mediciones realizadas deben medir específicamente los cambios relacionados con la intervención del Proyecto.

### **4.3 Monitoreo**

El monitoreo se refiere a una serie de actividades a través de las cuales se obtienen y analizan datos e información de manera regular y que permiten la evaluación y seguimiento de los objetivos y alcances de un proyecto. El monitoreo es entonces una acción continua “basada en un proceso metódico de recolección de datos para proporcionar a los gestores y a los principales interesados de un proyecto o programa en curso, indicaciones sobre los progresos y el logro de los objetivos” (Rascón, 2007, p.24). Se trata de un seguimiento que se realiza con el fin de hacer correcciones y proponer los ajustes necesarios durante la ejecución del proyecto para garantizar el logro de los objetivos. “El monitoreo permanente ayuda a reflejar tendencias, a entender cómo cambian los indicadores y sus variables, cómo se relacionan las variables entre ellas, verificar el avance hacia los objetivos del programa y ajustar las acciones a implementar en el futuro” (Speer, 2010, p.12).

Para el diseño de un plan de monitoreo, Faustino y Jiménez (2005), refieren que es importante establecer criterios globales sobre los aspectos que serán medidos y para los cuales se debe contar con indicadores y metodologías específicas que permitan interpretar los impactos generados con relación a las actividades implementadas por el proyecto y que además se requiere

establecer la periodicidad del registro y control, así como los instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo el plan de monitoreo.

#### **4.3.1 Monitoreo ambiental.**

El monitoreo ambiental consiste en la “implementación de tecnologías y a los resultados de la aplicación a nivel de campo de los diferentes componentes del plan o proyecto, la base de observación y análisis es caracterizar las alteraciones positivas y negativas de las acciones” (World Vision, 2004, p.88). Existen diversos métodos que permiten realizar este tipo de seguimiento y evaluación, como por ejemplo el método de identificación, el método de predicción, el método de interpretación y el método de prevención; cada uno de estos métodos son supervisados por diferentes instituciones del orden ambiental, como los Ministerios de medio ambiente y los Institutos de recursos naturales.

#### **4.3.2 Monitoreo del impacto biofísico.**

“El impacto biofísico es lo más difícil y costoso de evaluar y monitorear, dado que se requieren medidas controladas frecuentemente” (World Vision, 2004, p.88). Por ejemplo la información acerca de la calidad del agua solo puede ser recopilada por un sistema de monitoreo constante a través del tiempo, de igual forma la información referente al estado de cobertura boscosa y vegetativa requiere el uso de fotografías aéreas y de imágenes satelitales, las cuales no siempre son asequibles por su elevado costo.

Algunos de los criterios globales para evaluar los impactos biofísicos pueden ser:

- ✓ El mejoramiento de la calidad del agua
- ✓ La reducción de contaminantes en los recursos hídricos
- ✓ El mejoramiento de la fertilidad del suelo
- ✓ Conocer la reducción de los niveles de erosión de suelos

### **4.3.3 Monitoreo del impacto socioeconómico.**

El Ministerio de Agricultura del Perú (2013), afirma que según La Asociación Internacional de Evaluación de Impacto (IAIA), El monitoreo de impacto socioeconómico se define como los procesos de análisis, monitoreo y manejo de las consecuencias sociales intencionadas y no intencionadas, tanto positivas como negativas, de las intervenciones planificadas (políticas, programas, planes, proyectos) y los procesos de cambio social invocados por dichas intervenciones.

Algunos de los criterios globales para evaluar los impactos socioeconómicos pueden ser:

- ✓ El mejoramiento de la calidad del agua.
- ✓ La conservación de la biodiversidad.
- ✓ El fortalecimiento productivo en términos de la seguridad alimentaria.
- ✓ Determinar el nivel de adopción de prácticas de conservación.
- ✓ Conocer el comportamiento y consolidación organizativa de las comunidades.
- ✓ Conocer la eficiencia de las leyes, normas y reglamentos que están dirigidas al aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

Otros criterios que pueden ser incorporados para medir los impactos socioeconómicos del proyecto de Restauración Ecológica Participativa del PNN Munchique, son la ocurrencia de enfermedades asociadas al consumo de agua y al contacto directo con los gases producto de la combustión de leña.

## **4.4 Restauración ecológica participativa**

Las diferentes actividades antrópicas sustentadas en el actual sistema económico y productivo basado en la sobreexplotación de los recursos naturales, han ocasionado una creciente degradación ambiental y ecosistémica; la deforestación, la contaminación atmosférica y de los cuerpos de agua, han generado pérdida de la biodiversidad y disminución de los servicios ecosistémicos. Bajo esta situación, la comunidad académica se vio en la necesidad de establecer

alternativas técnicas y mecanismos de gestión que permitan la recuperación y conservación de nuestro medio ambiente. En este sentido a finales del siglo XX, nace La ecología de la restauración, una ciencia interdisciplinar encargada de estudiar los ecosistemas degradados y la manera en que éstos pueden ser restablecidos ya sea de forma natural o asistida. La ecología de la restauración se desarrolla de forma práctica a través de la de la restauración ecológica, definida como el proceso de asistir o ayudar al restablecimiento estructural y funcional de los ecosistemas degradados o destruidos (Aguilar y Ramírez, 2016). Otra definición es la desarrollada por Harris et al (citado por Aguilar y Ramírez, 2016) quienes sostienen que la restauración ecológica se constituye en una serie “estrategias concretas para entender y abordar los procesos de degradación ambiental, así como para conservar y aumentar la biodiversidad, mantener los servicios ecosistémicos, mejorar la calidad de vida de la sociedad y como medida de adaptación al cambio global”.

Finalmente cabe mencionar que el objetivo principal de la restauración ecológica es la recuperación de los servicios ecosistémicos y propiciar su conservación; es decir, “el ideal de la restauración es aprender a manejar paisajes que es donde se manifiestan en toda su dimensión los servicios de los ecosistemas naturales, seminaturales y agroecosistemas como: agua, suelo, ciclos de materia, biodiversidad, coberturas vegetales y fijación de CO<sub>2</sub>” (Vargas, Díaz, Reyes y Gómez, 2012, p.41). Si bien es cierto que la restauración ecológica es una disciplina nueva, actualmente es reconocida a nivel mundial por su importancia en la conservación de la biodiversidad y en la regulación del cambio climático (Murcia y Guariguata, 2014).

La restauración ecológica participativa se refiere entonces, a las estrategias de gestión para la recuperación de ecosistemas degradados en las que las comunidades participan y trabajan de manera conjunta con las instituciones, estableciendo canales de diálogo y participación social que permiten resolver los conflictos socioambientales y que a su vez facilitan el éxito y continuidad de este tipo de iniciativas. Por tal razón la participación activa de las comunidades en las estrategias de restauración es de suma importancia, ya que la restauración ecológica al ser una actividad que se desarrolla en el largo plazo, promueve la participación de las comunidades locales y garantiza la continuidad y éxito de este tipo de proyectos, a través del trabajo conjunto con las organizaciones del ámbito municipal, departamental y nacional (Vargas et ál., 2012).

#### **4.4.1 Antecedentes de la restauración ecológica en Colombia.**

Los primeros proyectos de restauración ecológica en Colombia datan del año 1951, cuando el congreso de la República aprobó la ley 4, la cual decretó como de utilidad pública una zona aledaña al río Otún y sus afluentes, con el propósito de suministrar agua al municipio de Pereira y sus alrededores; luego a principios de los 70 por iniciativa del Ingeniero forestal Gabriel Vélez, se comienza la recuperación de cárcavas para controlar los procesos de erosión en la reserva de Río Blanco, la cual sirve de protección a la cuenca del río Blanco y de la quebrada Olivares, los cuales suministran agua al municipio de Manizales, Caldas. (Murcia y Guariguata, 2014).

En el año 1998 fue fundada la Sociedad Internacional para la Restauración ecológica -SER-, organización sin ánimo de lucro que tiene como objetivo principal, la promoción de la restauración ecológica como medio para lograr la sostenibilidad y conservación de la biodiversidad. En el año 2006 fue creada la Red Colombiana de Restauración Ecológica -REDCRE-, liderada por la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana, en cuyo proceso de conformación y consolidación han participado diferentes organizaciones como el Instituto Alexander von Humboldt, la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria -CIPAV-, la Universidad Nacional de Colombia y el Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, entre otros. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2015).

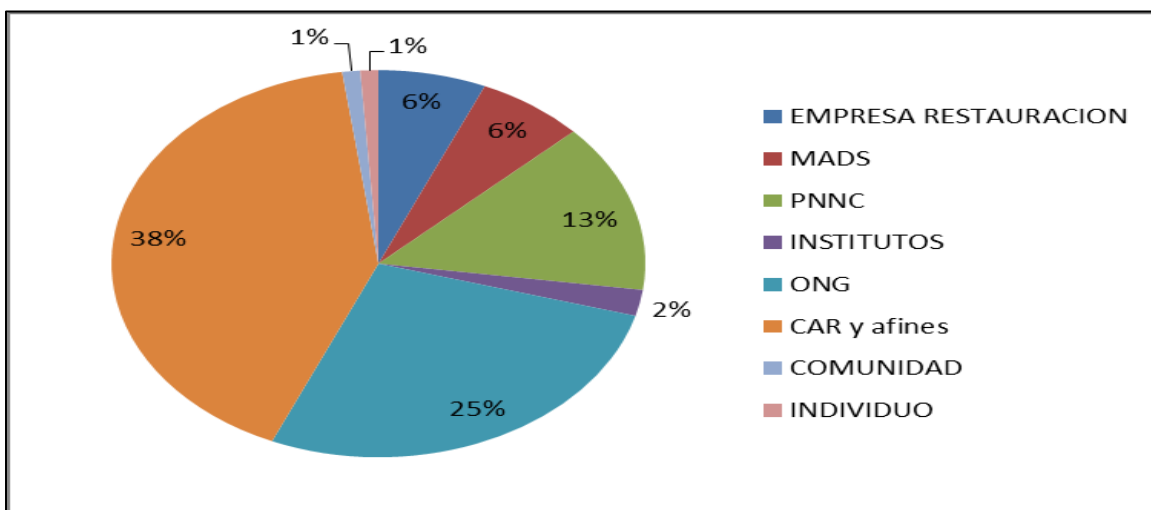
El Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible formuló en el año 1998 el denominado Plan Verde, el cual define los lineamientos conceptuales, establece las metas y prioriza los ecosistemas que deben ser restaurados dentro del territorio nacional, tomando como base la importancia de los servicios ecosistémicos que brindan y su importancia para la economía del país. Seguido a esto, en el año 2003 con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia se publica la Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas; en el año 2006 establece el Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales afectadas por Incendios Forestales y finalmente en el año 2015 formula el Plan Nacional de Restauración Ecológica, el cual se convierte en el documento rector que define los lineamientos a nivel nacional para la



restauración ecológica de todos los ecosistemas y de todo tipo de áreas degradadas. (Aguilar y Ramírez, 2016).

El sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia ha venido desarrollando desde el año 2006 su estrategia de Restauración Ecológica Participativa, la cual involucra de manera directa a las comunidades que habitan en la zona de influencia de sus áreas protegidas para que trabajen de manera conjunta, en la mitigación de las presiones ejercidas sobre los ecosistemas a causa de las distintas actividades antrópicas que éstas realizan como parte de su sustento económico.

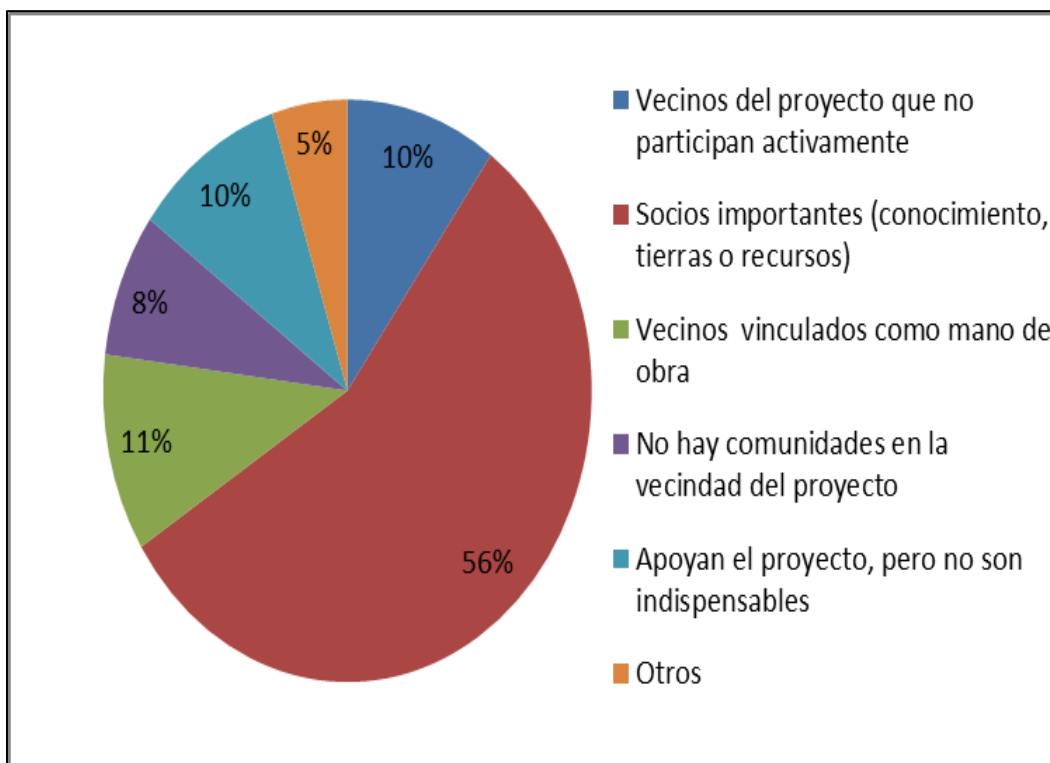
En Colombia se han desarrollado múltiples proyectos de restauración ecológica, los cuales han sido ejecutados por distintos tipos de entidades, en primer lugar por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), instituciones del Estado como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), entre otras; y en segundo lugar por las organizaciones no gubernamentales (ONG), también por Institutos como el Alexander von Humbolt y el INVEMAR y algunas iniciativas de empresas privadas o de particulares (Figura 1).



*Figura 1.* Entidades Ejecutoras de Proyectos de Restauración.

Fuente: Murcia y Guariguata (2014).

Existen diferentes niveles en los que se puede involucrar la comunidad con los proyectos de restauración ecológica, de hecho se estima que del 100% de los proyectos que se ejecutan en el país, en el 56% la participación comunitaria es de gran importancia en términos del aporte de conocimiento, tierras o recursos y son considerados como socios importantes; en un 10% las comunidades participan en el proyecto pero no de manera activa y en el 11% de ellos las comunidades vecinas participan de manera activa y terminan siendo contratadas como mano de obra (Figura 2); lo anterior pone en evidencia la importancia de este tipo de proyectos en términos del mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades desde el punto de vista económico y social.



*Figura 2.* Nivel de Participación Comunitaria en los Proyectos de Restauración.

Fuente: Murcia y Guariguata (2014).

## 5. Normatividad

En Colombia existen una serie de leyes, decretos y artículos constitucionales que se encuentran relacionados con la restauración ecológica, así como también políticas, planes y estrategias nacionales enmarcadas dentro de los lineamientos del Plan Nacional de Restauración. En la tabla 2 se presentan los más relevantes de cada uno de ellos.

Tabla 2. *Normatividad Restauración Ecológica*

<b>Artículos de la constitución política</b>	
Artículo 8	“Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”.
Artículo 58	“La propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal, le es inherente una función ecológica [...]”.
Artículo 79	“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.
Artículo 80	“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”.

---

Corresponde a los concejos:

Artículo 313 “9. Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio”

---

### **Leyes y Decretos**

---

“Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones”.

“Art. 1. Es objeto de la presente Ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional”.

Ley 23 de 1973

“Art. 2. El medio ambiente es un patrimonio común; por lo tanto su mejoramiento y conservación son actividades de utilidad pública, en las que deberán participar el Estado y los particulares. Para efectos de la presente Ley, se entenderá que el medio ambiente está constituido por la atmósfera y los recursos naturales renovables”.

“Art. 6. La ejecución de la política ambiental descrita en esta Ley será función del Gobierno Nacional, quien podrá delegar tal función en los Gobiernos Seccionales o en las entidades especializadas”.

“Art. 8. El Gobierno adoptará las medidas necesarias para coordinar las acciones de las entidades gubernamentales que directa o indirectamente adelantan programas de protección de recursos naturales”.

---

---

“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”.

“Artículo 1. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social”.

“Artículo 2. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos, y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional [...]”.

Decreto Ley  
2811 de 1974

“Artículo 180.- Es deber de todos los habitantes de la república colaborar con las autoridades en la conservación y en el manejo adecuado de los suelos.

“Artículo 183. Los proyectos de adecuación o restauración de suelos deberán fundamentarse en estudios técnicos de los cuales se induzca que no hay deterioro para los ecosistemas. Dichos proyectos requerirán aprobación”.

---

Ley 99 de 1993

“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”

---

---

“Artículo 1. Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

[...]”.

“2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

[...]”.

Ley 99 de 1993 “7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

[...]”.

“10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones”.

---

“Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992”.

Ley 165 de 1994 “Artículo 1. Objetivos. Los objetivos del presente Convenio, que se han de perseguir de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica [...]”.

“Artículo 2. Términos utilizados. A los efectos del presente Convenio: Por "área protegida" se entiende un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación [...]”.

---

---

“Artículo 8. Conservación in situ. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:  
[...].”

Ley 165 de 1994 f) Rehabilitará y restaurará ecosistemas degradados y promoverá la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas mediante la elaboración y la aplicación de planes u otras estrategias de ordenación [...].”

---

“Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971)”.

Ley 357 de 1997 Artículo 8.  
“1. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales desempeñará las funciones de la Oficina Permanente en virtud de la presente Convención, hasta el momento que otra organización, o un gobierno sea designado por una mayoría de los dos tercios de todas las Partes Contratantes”

---

Estructura los Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas y establece los principios y directrices para la protección de los páramos, de los nacimientos de aguas y de las zonas de recarga acuífera, considerándolos como áreas de gran importancia ecológica para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales renovables.

---

---

“Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible”

“Artículo 1. Objetivos del Ministerio. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores”.

El Decreto 3570  
de 2011

“Artículo 16. Funciones de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Son funciones de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos:

[...]”.

2. Proponer, con las dependencias del Ministerio y las entidades del Sector Administrativo, las políticas, regulaciones y estrategias para la creación, administración y manejo de las áreas de reserva forestal y la determinación y regulación de las zonas amortiguadoras de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

[...]”.

11. Proponerlas bases técnicas para la regulación de las condiciones generales del uso sostenible, aprovechamiento, manejo, conservación y restauración de la diversidad biológica tendientes a prevenir, mitigar y controlar su pérdida y/o deterioro, en coordinación con las otras dependencias

[...]”.

---



---

**Políticas, planes y estrategias relacionadas con el Plan Nacional de Restauración**

---

Plan Nacional de  
Desarrollo  
2010-2014

Este plan promueve la formulación de programas que permitan la aplicación de estrategias de restauración ecológica y recuperación de los ecosistemas; propende por el uso sostenible de los recursos naturales y fortalece los procesos de conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Referente a la sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo menciona que: “Las estrategias de conservación tienen como finalidad la protección de la diversidad biológica y la provisión de los servicios ecosistémicos que sustentan y contribuyen al bienestar humano y por consiguiente a sus procesos de desarrollo y crecimiento económico. Hoy, es clara la relación entre la conservación del patrimonio natural, el crecimiento de los diferentes sectores de la economía, la competitividad y la equidad social”.

---

Plan Nacional de  
Desarrollo  
Forestal

“El Plan se basa en la participación de los actores que tienen relación con los recursos y ecosistemas forestales, poniendo en marcha estrategias y programas relacionados con la zonificación, conservación, y restauración de ecosistemas, el manejo y aprovechamiento de ecosistemas forestales, y la adopción de una visión de cadena en los procesos de reforestación comercial, desarrollo industrial y comercio de productos forestales”.

---

---

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)	Esta política fortalece la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; promueve la responsabilidad social de participar de manera activa en las iniciativas, planes y políticas de conservación de la biodiversidad; además “reconoce el carácter estratégico de la biodiversidad como fuente principal, base y garantía del suministro de servicios ecosistémicos, indispensables para el desarrollo del país, como base de nuestra competitividad y como parte fundamental del bienestar de la sociedad colombiana”.
--	---

---

Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia	Este plan se encarga de la gestión para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas de las zonas secas del país, para lo cual toma en cuenta 3 aspectos básicos que son: “la función y estructura de los ecosistemas de las zonas secas y sus diferentes componentes naturales, la organización social de los grupos humanos que habitan en estas zonas y la forma como esto afecta la funcionalidad de los sistemas naturales, y el esquema económico que estos grupos sociales plantean para obtener beneficios específicos de un sistema natural”.
--	---

---

Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas	Este plan tiene como objetivo general “establecer los lineamientos de orden nacional para la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales, mitigando su impacto y fortaleciendo la organización nacional, regional y local con programas a corto (3 años), mediano (10 años) y largo plazo (25 años)”. También impulsa los procesos capacitación y educación para la solución de los problemas ambientales generados por los incendios forestales; procesos que además fortalecen la participación efectiva de la sociedad civil.
--	---

---

---

<p>Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia</p>	<p>Esta política propende por el desarrollo sostenible y el manejo integrado de las zonas oceánicas y costeras del país, con el fin de encontrar relaciones de equilibrio entre las actividades productivas y la conservación de los ecosistemas marinos y costeros.</p> <p>Este plan también incluye a los ecosistemas marinos y costeros dentro del ordenamiento territorial del país y establece los lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas que se realizan en los espacios oceánicos y las zonas costeras.</p> <p>Por otra parte establece las medidas y lineamientos generales para la conservación y restauración de los ecosistemas marinos y costeros, con el objetivo de preservar su diversidad biológica y de garantizar la oferta de los servicios ecosistémicos que brindan.</p>
<p>Política de Participación Social en la Conservación</p>	<p>Esta es una política desarrollada por el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, cuyo propósito es el de promover la participación social en las estrategias y procesos de conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales que brindan las áreas protegidas, así como de la diversidad cultural de nuestro país.</p>
<p>Estrategia para un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas</p>	<p>El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas “es el conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local”</p>

---

Fuente: El autor

## 6. Marco general del proyecto REP

El proyecto de Restauración Ecológica Participativa (REP), es una estrategia de gestión adelantada por el Parque Nacional Natural Munchique en el cumplimiento de sus objetivos misionales, a través de la cual mediante alternativas de conservación, se pretende mitigar las presiones ejercidas por las actividades antrópicas sobre los ecosistemas, contribuyendo de esta manera al mejoramiento de las condiciones ambientales en el área protegida y su zona con función amortiguadora, así como también al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades. PNNC (2017).

El proyecto se viene ejecutando en la zona de recuperación natural del área protegida, la cual según el Decreto 622 de 1977, en su artículo 5, numeral 4, la define como “Zona que ha sufrido alteraciones en su ambiente natural y que está destinada al logro de la recuperación de la naturaleza que allí existió o a obtener mediante mecanismos de restauración un estado deseado del ciclo de evolución ecológica [...]”. La zona de recuperación natural del PNN Munchique representa un área total de 675,7 ha, de las cuales 407,6 presentan cobertura en bosque, 49,7 vegetación secundaria y las 218,4 restantes vegetación herbácea. PNNC (2017).

Las alternativas de conservación que se vienen desarrollando en el marco del proyecto REP, contemplan una serie de actividades de implementación en los predios que se encuentran ubicados dentro de la zona de recuperación natural del PNN Munchique y que a causa de las actividades antrópicas relacionadas con prácticas agrícolas, pecuarias y el leñateo, las condiciones ambientales del área protegida están siendo impactadas de manera negativa.

Las actividades de implementación contempladas en el marco del proyecto REP, comprenden la instalación de biodigestores, de estufas eficientes, de filtros purificadores de agua y de trampas de grasa, las cuales están dirigidas específicamente a reducir los impactos ambientales generados sobre las fuentes hídricas por vertimiento de aguas residuales, sobre las coberturas vegetales a causa del leñateo, así como al mejoramiento de calidad de vida de las familias involucradas en el proyecto relacionadas con la disminución del riesgo a la salud representado por el consumo de agua sin ningún tipo de tratamiento. PNNC (2017).

## 6.1 Localización

El Parque Nacional Natural Munchique se encuentra localizado sobre el flanco occidental de la Cordillera Occidental de Los Andes, en el departamento del Cauca, en jurisdicción del municipio de El Tambo, entre los 2° 28' y 2° 55' de latitud Norte y los 76° 51' y 77° 10' de longitud Oeste, sobre la región Pacífica colombiana (Figura 3). Política y administrativamente “La zona aledaña al PNN Munchique comprende los municipios de El Tambo y López de Micay en la región pacífica (cuena Pacífico); los municipios de El Tambo, Morales y Cajibío en la región andina (cuena Cauca)” (PNNC, 2018, p.5).

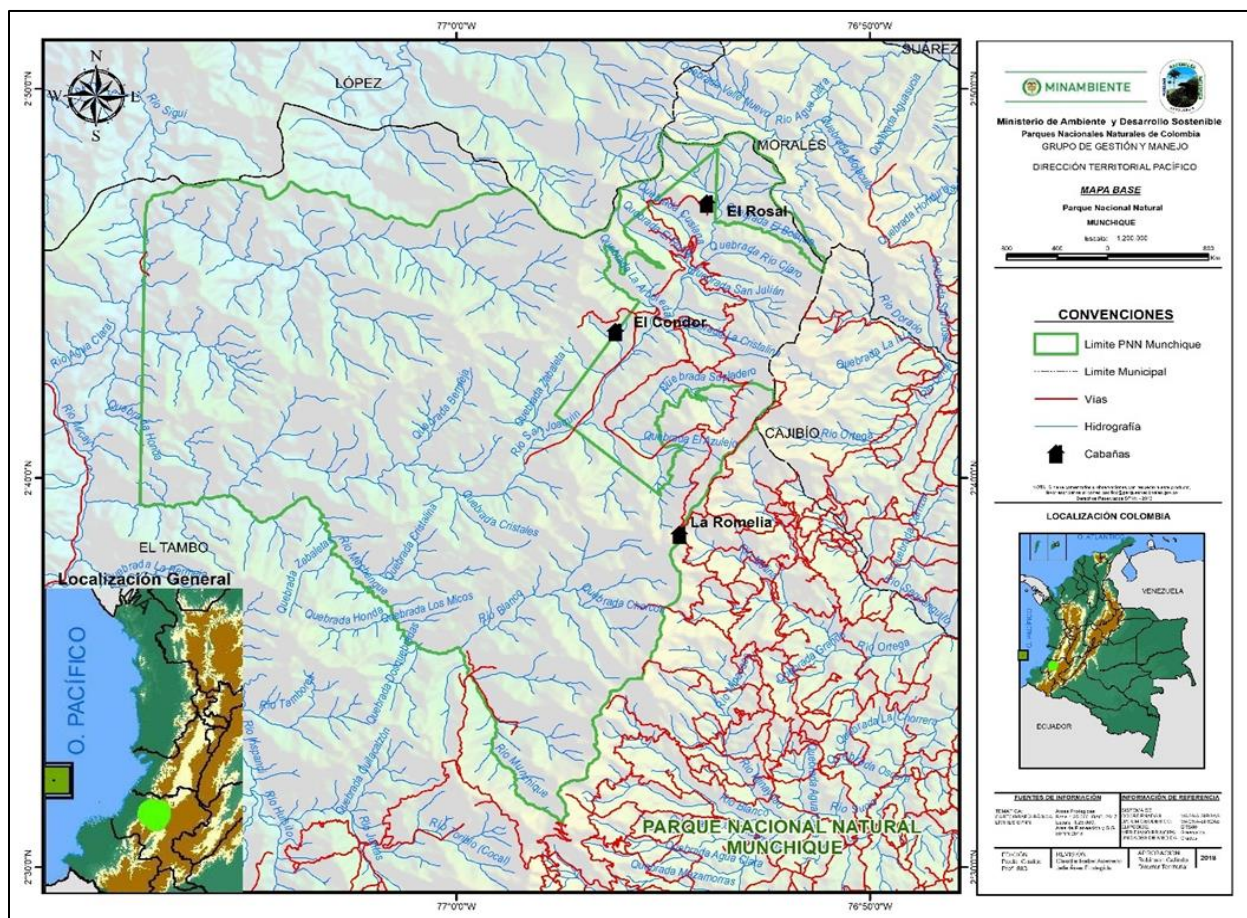


Figura 3. Localización General del Parque Nacional Natural Munchique

Fuente: PNNC (2018).

## 6.2 Área de influencia del proyecto REP del PNN Munchique

El área de influencia del proyecto REP del PNN Munchique comprende las veredas de El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera, municipio del Tambo, Cauca; sin embargo se detallan los principales corregimientos y veredas que hacen parte de los diferentes sectores del área protegida (Tabla 3).

Tabla 3. *Área de Influencia del PNN Munchique*

Región	Municipio	Corregimiento	Vereda	Sector
Pacífica Caucana	López de Micay	Santa Cruz del Sigui	Santa Cruz del Sigui	Norte
		La Gallera	Las Palmas, El Cóndor, El Rosal, Vista Hermosa, La Playa, Nueva Granada, Tres Quebradas	Nororiental
	El Tambo	San Juan del Micay	Honduras	Occidental
		Playa Rica	La Primavera, Sinaí, Las Brisas, Gavilanes, Costa Nueva, San José Zabaletas, El Retiro, Guayabal	Sur
		Huisito	El Deleite, Santa Rita, 20 de julio	
Región Andina	El Tambo	Uribe	El Ramal, Sabanetas, La Romelia	Oriental
		Fondas	Limoncito	
		Pandiguando	Los Naranjos	
		Cuatro Esquinas	El Porvenir	

Fuente: PNNC (2018).

### 6.3 Antecedentes

El 28 de agosto del año 2012, el gobierno nacional a través de las entidades competentes suscribió el acuerdo para la prosperidad 079 con las comunidades que habitan las áreas protegidas; este acuerdo busca generar alternativas para la conservación, manejo y gestión de los Parques Nacionales Naturales de Colombia. “En el marco de este acuerdo, organizaciones campesinas, Parques Nacionales Naturales e Incoder dieron inicio a un espacio de diálogo regional y nacional para abordar estos temas y construir una política que conduzca a lograr los objetivos de la conservación y la garantía de derechos de las comunidades” PNNC (2014).

Luego dos años de diálogos, en el año 2014 se instala la mesa de concertación nacional para construir de manera participativa la política pública estipulada bajo el marco del acuerdo, con el fin de formular y gestionar conjuntamente con las comunidades, la financiación de proyectos que apunten a la solución de los conflictos territoriales y socioambientales que se presentan con las comunidades que habitan los Parques Nacionales Naturales de Colombia. El objetivo principal de esta mesa de concertación es “generar alternativas para la recuperación y restauración de los Parques Nacionales y el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades campesinas” PNNC (2014). La mesa de concertación nacional ha permitido fortalecer el relacionamiento entre la institución y las comunidades que hacen presencia en los Parques Nacionales Naturales, lo cual facilita el logro de los objetivos de conservación.

Bajo este contexto y como parte del compromiso asumido con la suscripción de este acuerdo, Parques Nacionales Naturales de Colombia logra gestionar el financiamiento por parte de la Unión Europea, del Proyecto de Restauración Ecológica Participativa (REP), del cual hace parte el PNN Munchique como una de las áreas protegidas priorizadas para su ejecución.

Hasta la fecha el PNN Munchique ha suscrito 44 acuerdos de Restauración Ecológica Participativa con las familias cuyos predios (fincas) se encuentran dentro de la zona de recuperación natural del área protegida y que son finalmente las áreas en las cuales se llevaran a cabo las actividades de implementación contempladas dentro del marco del proyecto REP. PNNC (2017).

Los Predios (fincas) que tienen firmado acuerdos de Restauración Ecológica Participativa, están representados por los polígonos con relleno amarillo (Figura 4). Cabe resaltar que hasta el momento solo se han realizado 7 implementaciones en el marco del proyecto REP en predios ubicados en las veredas El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera, municipio del Tambo; zonas que han sido priorizadas por presentar mayor grado de afectación.

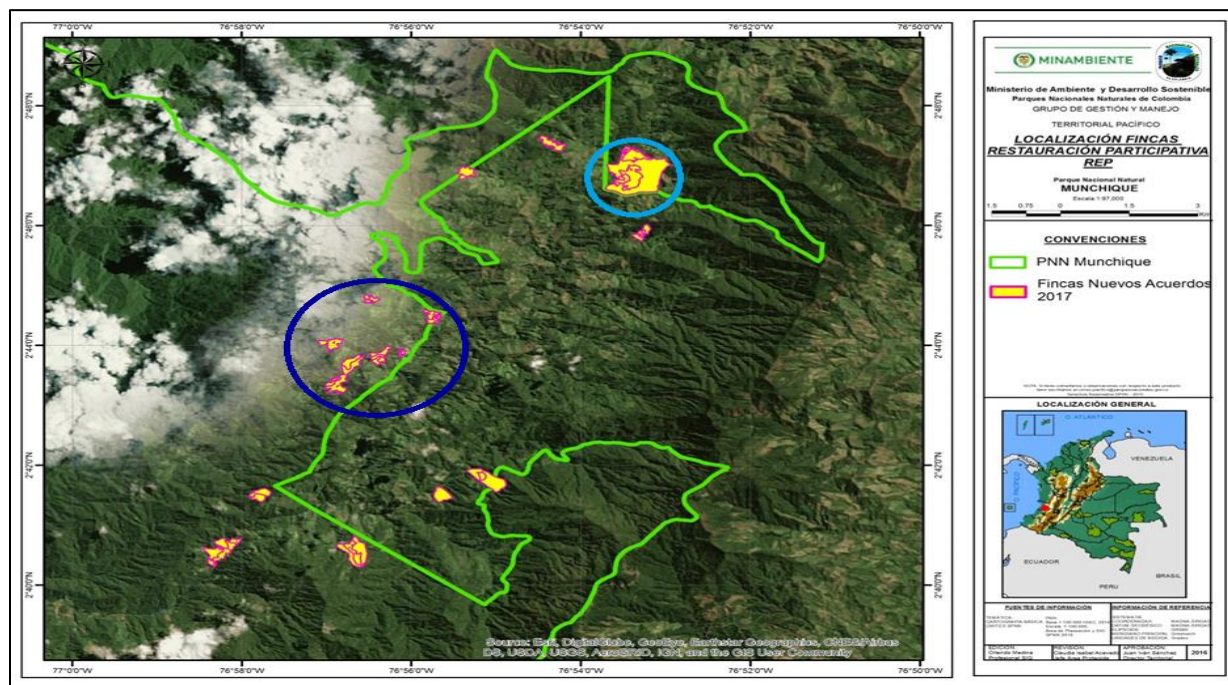


Figura 4. Predios con Acuerdos de Restauración Ecológica Participativa. El círculo azul claro corresponde a la zona de la vereda El Rosal y el círculo azul oscuro de la vereda de El Cóndor.

Fuente: PNNC (2017).

## 6.4 Actividades de implementación

Las actividades de implementación que se vienen desarrollando en el marco del proyecto REP del PNN Munchique, corresponden básicamente a la instalación de tecnologías alternativas de manejo, uso eficiente de los recursos naturales y de saneamiento ambiental que apuntan específicamente a disminuir los impactos generados sobre las fuentes hídricas por el vertimiento de aguas residuales (biodigestor, trampas de grasa), así como también a disminuir las presiones



sobre las coberturas vegetales, ocasionadas por la práctica de leñateo como fuente energética para la cocción de alimentos (estufa eficiente, biodigestor). Por otra parte, las actividades de implementación también están encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de las familias involucradas en el proyecto, en relación con la disminución del riesgo a la salud a causa de enfermedades asociadas al consumo de agua no tratada (filtros purificadores de agua) y asociadas a la contaminación del aire en interiores por combustión de leña (estufa eficiente, biodigestor).

#### 6.4.1 Biodigestores.

Los biodigestores son básicamente “un estanque o contenedor cerrado, hermético e impermeable (también llamado Reactor), dentro del cual se deposita el sustrato (material orgánico a fermentar como excrementos de humanos y animales, purines, hojas, pasto, frutas y desechos vegetales) agregando agua a la mezcla” Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP, 2016, p.17). Al interior de los biodigestores, las bacterias mediante digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) transforman la materia orgánica en biogás y bio abono (Pinzón, 2017). El sistema básico de funcionamiento de un biodigestor (Figura 5), consiste de manera general en un dispositivo para el ingreso del sustrato (materia orgánica), otro para la salida de digestato (bio abono) y un conducto para la salida del biogás ubicado en la parte superior del biodigestor. INDAP (2016).

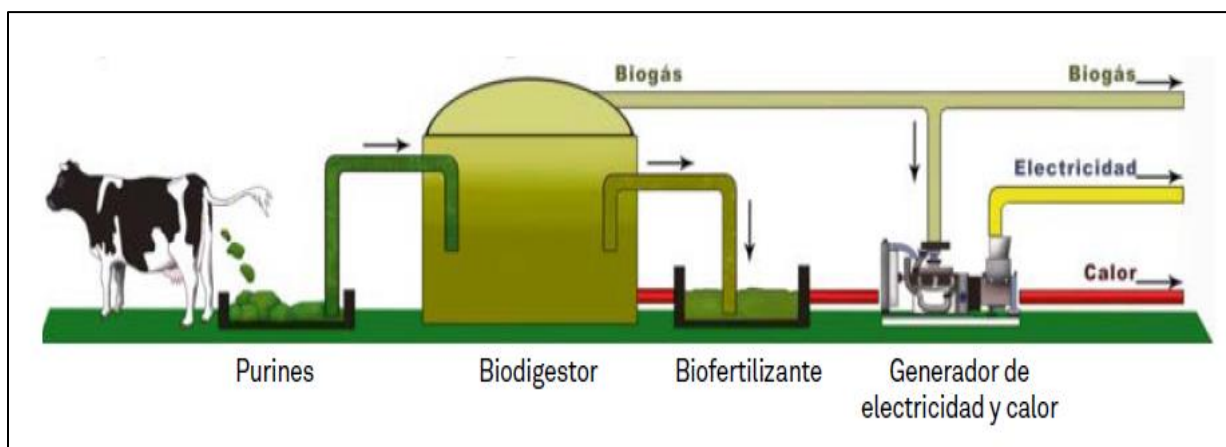


Figura 5. Sistema Básico de Funcionamiento de un Biodigestor

Fuente: INDAP (2016).

#### ***6.4.1.1 Usos del Biogás.***

El biogás es utilizado para una gran variedad de fines, entre los cuales se destaca su uso para producir calor o vapor, así como también para la generación de electricidad y como combustible para la iluminación de lámparas adaptadas y de vehículos cuyos motores han sido adaptados con sistema de suministro de gas. FAO (2011).

Cabe resaltar que el biogás producido en biodigestores implementados en lugares apartados donde la disponibilidad de combustible es escasa, es decir en las zonas rurales, como es el caso del Parque Nacional Natural Munchique, su principal uso es como fuente de energía para la cocción de alimentos y/o para calentar el agua, convirtiéndose en un sustituto de combustibles como la leña, la gasolina y el gas licuado (Pinzón, 2017).

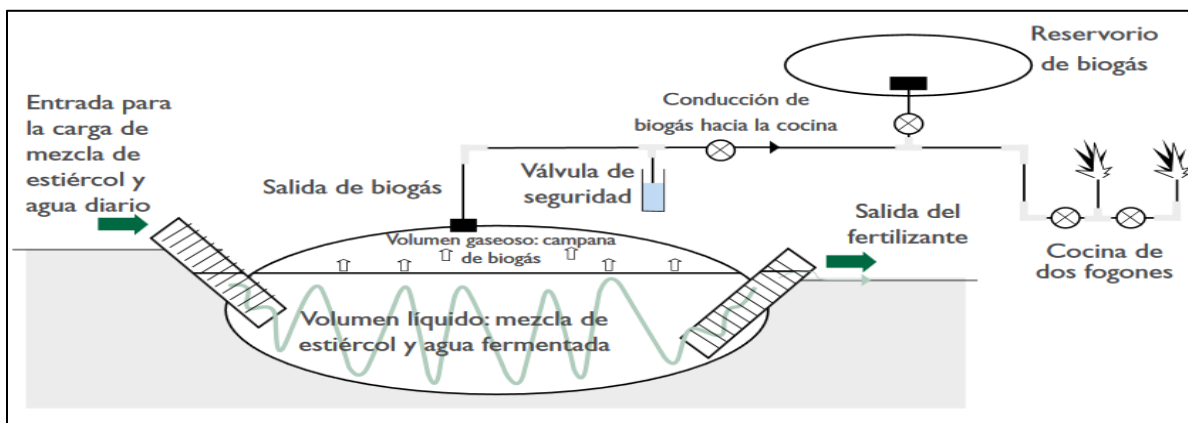
#### ***6.4.1.2 Usos del Biol.***

Como se mencionó anteriormente, otro producto resultante de la digestión anaerobia es el bio abono conocido como biol, el cual está contenido en el efluente que sale del biodigestor y está compuesto por agua y estiércol fermentado. Este bio abono, es un fertilizante líquido que puede ser vertido directamente al suelo o a los canales de riego, sustituyendo a los fertilizantes químicos. Según los productores que lo han utilizado, aseguran que el biol puede aumentar la producción de los cultivos entre un 30% y un 50%. (Martí, 2008).

#### ***6.4.1.3 Tipos de biodigestores.***

Existen diferentes tipos de biodigestores los cuales varían según su complejidad y uso; los más complejos corresponden a los de flujo continuo, utilizados principalmente en el tratamiento de aguas negras en plantas de gran capacidad y los más sencillos corresponden a los de flujo semi continuo, que son los más usados para uso doméstico. Para ambos tipos de biodigestores existen diferentes modelos, siendo los más comunes el modelo chino, el hindú y el modelo horizontal. FAO (2011). Otro modelo es el conocido como biodigestores familiares de bajo costo implementados principalmente en el sureste asiático y en América Latina; este tipo de

biodigestores son construidos con plástico tubular (Figura 6) y gracias a su bajo costo de inversión y a su fácil manejo e instalación son considerados una tecnología apropiada para las familias rurales. Martí (2008).



*Figura 6.* Biodigestor Familiar de Bajo Costo.

Fuente: Martí (2008).

El modelo de biodigestores familiares de bajo costo es el que se viene implementando en el marco del proyecto REP del PNN Munchique (Figura 7) debido a las características y ventajas que presenta este modelo para comunidades rurales.



*Figura 7.* Biodigestor Familiar de Bajo Costo Implementado por el Proyecto REP. Esta imagen corresponde a un biodigestor de bajo costo implementado en la vereda el Rosal, corregimiento de la Gallera.

Fuente: el autor.

#### **6.4.1.4 Beneficios ambientales del biodigestor.**

Las actividades agrícolas y pecuarias especialmente las que se desarrollan en zonas rurales, no cuentan con un manejo adecuado de residuos orgánicos ni con sistemas de tratamiento para las aguas residuales provenientes de las baterías sanitarias y de los establos de cerdos, lo cual genera un impacto negativo en los ecosistemas, contaminando especialmente al suelo y los acuíferos. (Martí, s.f.). En este sentido “La implementación de biodigestores es una alternativa para mitigar algunas condiciones negativas que se presentan en el sector rural, como por ejemplo, la contaminación de las fuentes hídricas a causa de vertimientos producidos en las explotaciones pecuarias y agrícolas” (Pinzón, 2017, p.89).

Soria et al. (2001) afirman que los resultados de la investigación científica que realizaron en Yucatán, México, en la cual midieron parámetros bioquímicos y microbiológicos de aguas residuales provenientes de granjas de cerdos y que fueron sometidas al proceso de digestión anaerobia a través de biodigestores por un tiempo de 50 días, arrojaron que los parámetros analizados en el influente (carga inicial) y en el efluente (carga final) del biodigestor, mostraron una reducción en su contenido a excepción del potasio; por su parte el nitrógeno presentó una reducción del 44.02%, el fósforo del 90.36%, el calcio del 66.95%, el magnesio del 45.75%, el cobre del 83.08%, el hierro del 56.07% y el zinc del 97.8%. En cuanto a los parámetros microbiológicos la reducción del contenido de coliformes fue del 100%. (Soria et al., 2001). Los resultados de esta investigación demuestran la eficacia de los biodigestores en el tratamiento de aguas residuales provenientes de actividades pecuarias.

Los biodigestores también representan beneficios ambientales en relación con la disminución del consumo de leña utilizada como fuente energética para la cocción de alimentos, lo cual reduce considerablemente la presión ejercida sobre las coberturas vegetales por el leñateo y favorece la conservación de la biodiversidad, de los suelos y de las fuentes hídricas (Pinzón, 2017). Además también aportan en la mitigación de los efectos ambientales asociados al calentamiento global, ya que “el uso de residuos animales y excretas humanas para la producción de biogás y digestatos en Latinoamérica mitiga alrededor de 316 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-equ. al año” (Parra et al, 2019, p.155).

#### **6.4.1.5 Beneficios socioeconómicos del biodigestor.**

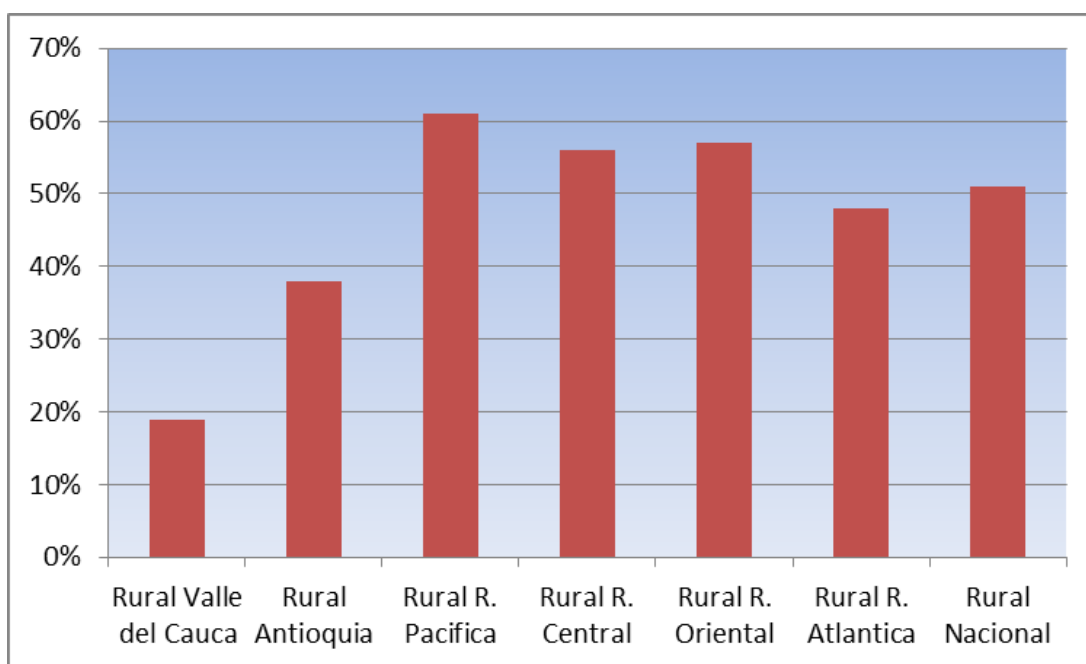
El consumo de leña para la cocción de alimentos genera gases tóxicos y perjudiciales para la salud humana, los cuales están asociados a enfermedades respiratorias como la bronquitis crónica y las infecciones respiratorias agudas. En este sentido al sustituir la leña por biogás para la cocción de alimentos, el riesgo a la salud por la exposición a este tipo de gases disminuye sustancialmente. Por otra parte los biodigestores al ser una alternativa efectiva en el tratamiento de aguas residuales, disminuyen el riesgo de que la población asentada aguas abajo contraiga enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua contaminada (Pinzón, 2017). Desde la perspectiva económica el bio abono producido por los biodigestores y aplicado a los cultivos “añade el valor agregado de ecológico a los productos, permitiendo aumentar los ingresos y aumentando la producción agropecuaria en un 30 a un 50%, lo que repercute directamente en los ingresos obtenidos por las familias” (Martí, (s.f.), p.8). Este bio abono también puede ser comercializado y generar ingresos adicionales a las familias campesinas.

#### **6.4.2 Estufas eficientes.**

Las cocinas de leña tradicionales utilizadas para la cocción de alimentos son de fuego abierto, cuyo funcionamiento básico consiste en la combustión incompleta de leña, en la que a través de procesos de transferencia de calor la energía potencial es convertida en energía calórica, la cual finalmente se transfiere al recipiente donde se están cocinando los alimentos. Este tipo de cocinas a pesar de ser económicas (o sin costo) de fácil instalación y manejo, presentan una gran desventaja que se debe a su baja eficiencia energética, la cual oscila entre el 5 y el 15%. MADS (2015).

En este sentido las estufas eficientes son una tecnología diseñada para la cocción de alimentos que permite obtener una combustión más completa de la leña y una menor emisión de humo hacia el interior de las viviendas, ya que tienen un rendimiento energético superior al de las cocinas de fogón abierto y un conducto (chimenea) para expulsar el humo fuera de las viviendas. DNP (2017).

En el Balance Energético presentado en el año 2012 por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) en Colombia “se identifican cuatro sectores consumidores de leña: el residencial urbano; el residencial rural; las carboneras, entendidas como las que producen carbón de leña; y el sector industrial y agrícola” (MADS, 2015, p.18). En cuanto al sector rural del país se tiene que en la Región Pacífica (en la que se ubica el PNN Munchique), el 61% de los hogares utilizan leña como recurso energético para la cocción de alimentos, siendo el porcentaje de consumo más alto del territorio nacional, seguido de la Región Oriental con un 57% y de la Región Central con un 56% (Figura 8).



*Figura 8.* Uso Regional de Leña Para Cocción de Alimentos en Colombia

Fuente: MADS (2015).

En el año 2012 a través del Ministerio de Ambiente Colombia se une a la Alianza Global para Estufas Limpias (GACC, por sus iniciales en inglés), con el objetivo de “unir esfuerzos para promover soluciones y mejores prácticas a través de programas de cooperación, o proyectos enfocados a implementar tecnologías más eficientes para la cocción doméstica en el país” (MADS, 2015, p.9).

Mediante este tipo de estrategias se han instalado 28.238 estufas eficientes en las diferentes regiones del país (Tabla 4); esta iniciativa ha sido promovida por autoridades ambientales del orden regional y nacional, así como también por organizaciones no gubernamentales (ONG) y por el sector privado.

Tabla 4. *Estufas Eficientes Instaladas en las Regiones de Colombia*

<b>Región</b>	<b>Número de estufas</b>
Atlántica	624
Central	2.030
Pacífica	1.336
Oriental	3.069
Antioquia	21.179
Total	28.238

Fuente: MADS (2015).

#### **6.4.2.1 Tipos de estufas eficientes.**

Existen diferentes modelos de estufas eficientes (Lorena, huellas, lineal, triangular, etc), los cuales pueden variar en su forma, tamaño, materiales y diseño; sin embargo existen de manera general dos tipos de estufas eficientes (Tabla 5).

Tabla 5. *Tipos de Estufas Eficientes*

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
In situ	Son construidas de manera fija en un lugar específico
Portátiles	Son móviles y pueden ser transportadas bajo condiciones especiales, generalmente son diseñadas de manera modular

Fuente: DNP (2017).

Las estufas eficientes que se vienen implementando en el marco del proyecto REP del PNN Munchique (Figura 9) son de tipo in situ y están diseñadas bajo el modelo conocido como “Lorena”. MADS (2015). La estructura de la estufa está construida en guadua y recubierta con lodos fermentados y greda con paja como amarre, la parrilla es de hierro colado y la chimenea está hecha con tubos de gres de 4 pulgadas. PNNC (s.f.).



*Figura 9.* Estufa Eficiente Implementada por el Proyecto REP. Esta imagen corresponde a una estufa eficiente implementada en la vereda el Cóndor, corregimiento de la Gallera.

Fuente: el autor.

#### ***6.4.2.2 Beneficios ambientales de las estufas eficientes.***

Las estufas eficientes han demostrado tener una reducción en el consumo de leña con porcentajes que fluctúan entre el 15 y el 43% (Fundación Natura, 2015). La reducción del consumo de leña asociado a este tipo de estufas representa de manera implícita una disminución de las presiones ejercidas sobre las coberturas vegetales a causa de la extracción de leña para la cocción de alimentos, la cual se ha identificado como una de las causas potenciales de deforestación en el país. MADS (2015).



La utilización de leña para la cocción de alimentos representa una fuente importante de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) los cuales son la principal causa del cambio climático; en este sentido según el reporte del Banco Mundial del año 2011, “una estufa eficiente puede reducir hasta el 66% las emisiones de CO<sub>2</sub> o GEI equivalente vinculados a la práctica inadecuada de cocción de alimentos a nivel familiar” (MADS, 2015, p.22).

#### ***6.4.2.3 Beneficios socioeconómicos de las estufas eficientes.***

Una de las características de las estufas tradicionales para la cocción de alimentos es que no cuentan con una estructura que canalice los gases que se producen durante la combustión incompleta de la leña, lo cual genera contaminación al interior de las viviendas y conlleva a que los gases y el material particulado terminen siendo inhalados por quienes las habitan. La exposición a gases contaminantes producto de la combustión incompleta de la leña es un factor de riesgo asociado a enfermedades respiratorias en la población rural sobre todo en niños y mujeres adultas quienes pasan más tiempo en el hogar y por tanto están más expuestos. Entre las enfermedades asociadas a este tipo de gases están las enfermedades infecciones respiratorias agudas de vías bajas (IRA); la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el cáncer de pulmón. MADS (2015). En este sentido las estufas eficientes gracias a que cuentan con un sistema de canalización de gases (chimenea), la exposición a este tipo de gases disminuye y por ende también el riesgo de contraer este tipo de enfermedades respiratorias.

Otro beneficio socioeconómico asociado al uso de estufas eficientes para la cocción de alimentos está relacionado con la reducción de las jornadas de trabajo que las comunidades rurales deben realizar para conseguir la leña y traerla hasta sus fincas, las cuales según Pinzón (2017) representan aproximadamente 26 jornales al año. Según el DANE (2018), un jornal de trabajo agrícola en el departamento del Cauca (zona de influencia del proyecto REP del PNN Munchique) tiene un costo aproximado de 22.333 pesos y al requerirse 26 jornales al año para la consecución de leña, podría estimarse un ahorro económico considerable por cada familia que cocine con una estufa eficiente.

### **6.4.3 Trampas de grasas.**

En los sectores rurales de Colombia existen problemas de contaminación hídrica debido a la baja cobertura del servicio de alcantarillado y a la falta de inversión en sistemas de tratamiento de aguas residuales y de saneamiento básico; esta situación obedece también a que la construcción, operación y mantenimiento de sistemas centralizados para el tratamiento de aguas residuales son de alto costo y principalmente son implementados para cubrir grandes poblaciones de las zonas urbanas; a causa de esto las aguas residuales de los sectores rurales del país son vertidas de manera directa a las fuentes hídricas y al suelo, generando problemas de salud y de contaminación (Valencia, Silva y Narváez, 2010).

Esta problemática puede ser manejada mediante sistemas descentralizados para el tratamiento de aguas residuales, los cuales consisten en una combinación de técnicas empleadas in situ y que se aplican principalmente en comunidades dispersas y de zonas rurales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2017). Estos sistemas descentralizados se encargan de la recolección, el tratamiento, el vertimiento o reutilización de las aguas residuales que provienen de familias y comunidades existentes cerca del punto donde se generan. (Valencia et al, 2010). En este sentido las trampas de grasa corresponden a este tipo de sistemas descentralizados que permiten el manejo in situ de las aguas residuales provenientes de lavaplatos, duchas y lavaderos de las viviendas rurales, a través de la cual las grasas pueden ser retenidas de manera sencilla mediante esta técnica, reduciendo considerablemente la carga contaminante del agua residual y dejándola apta para ser reutilizada en el riego de cultivos, en el lavado de espacios externos o para ser devuelta a la fuente mediante sistemas de infiltración. PNNC (s.f.).

Las trampas de grasa son básicamente tanques de flotación utilizados para el manejo de aguas residuales en los que las grasas son retenidas en la superficie mientras el agua aclarada se descarga por la parte inferior; el diseño de las trampas de grasa es similar al de un tanque séptico. Ministerio de Desarrollo Económico (MDE, 2000). “Las trampas de grasa funcionan como separador y recolector de grasas y elementos sólidos de las aguas grises” Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (MADT, 2011, p.4).

#### **6.4.3.1 Funcionamiento y diseño.**

Básicamente el efecto de la gravedad, la diferencia de densidades del agua y de las grasas y el tiempo de retención del agua residual dentro de los tanques separadores, generan que las grasas se separen y floten hacia la parte superior, mientras que el agua y los sólidos de mayor peso se dirigen hacia el fondo de los tanques. Ecodena (s.f.).

El diseño de las trampas de grasa se debe realizar teniendo en cuenta las características propias de la zona o terreno donde se vayan a instalar, así como también el caudal del agua residual que se requiere tratar, para lo cual se debe considerar como regla general que la capacidad del tanque de almacenamiento expresada en kilogramos sea de por lo menos la cuarta parte del caudal de diseño. MDE (2000).

#### **6.4.3.2 Modelos de trampas de grasa.**

Los tanques o canecas utilizadas para la instalación de trampas de grasa familiares generalmente son de plástico y su modelo puede ser horizontal o vertical (Figura 10), ambos modelos cumplen la misma función.



*Figura 10. Modelos de Trampas de Grasas*

Fuente: Ecodena (s.f.).

Las trampas de grasa que se vienen implementando en el marco del proyecto REP del PNN Munchique están fabricadas con tanques plásticos de tapa tipo araña de modelo vertical y con capacidad para 35 galones, los cuales han sido enterrados para que queden a ras de suelo y con una distancia de 40cm entre cada uno de los tanques, el influente de las trampas de grasa corresponde a las aguas residuales del lavaplatos de la vivienda (figura 11) PNNC (s.f.).



*Figura 11.* Trampas de Grasas Implementada por el Proyecto REP. Esta imagen corresponde a una trampa de grasas implementada en la vereda el Rosal, corregimiento de la Gallera.

Fuente: el autor.

#### **6.4.3.3 Mantenimiento.**

Las trampas de grasa son de fácil operación y manejo; para su mantenimiento se recomienda limpiar los tanques de manera regular para prevenir el escape de grasa y evitar que se generen malos olores; generalmente la limpieza y mantenimiento debe hacerse cuando los tanques alcancen el 75% de su capacidad de retención de grasa, lo cual se determina mediante observación directa; también es importante evitar el contacto de las trampas de grasa con insectos, roedores, etc. MDE (2000).

#### ***6.4.3.4 Beneficios ambientales y socioeconómicos de las trampas de grasa.***

El vertimiento de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento representa una fuente importante de contaminación del suelo y de las aguas tanto superficiales como subterráneas, lo cual afecta considerablemente a los ecosistemas y su biodiversidad. UNESCO (2017). La contaminación de los suelos y de las fuentes hídricas generada por el vertimiento de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento también impactan de manera directa a las comunidades, ya que la disponibilidad de agua de calidad es fundamental para el desarrollo y bienestar económico de cualquier grupo social, especialmente de las comunidades rurales las cuales pueden verse afectadas económicamente por la disminución de la productividad agrícola de sus suelos; por otra parte existen muchas enfermedades asociadas a la falta de tratamiento de las aguas residuales y que afectan directamente a la población como lo son el cólera, el dengue, los helmintos transmitidos por el suelo y el tracoma. UNESCO (2017).

En este sentido la implementación de este tipo de técnicas in situ como lo es el caso de las trampas de grasa utilizadas para el manejo de las aguas residuales domésticas del sector rural representan un beneficio social y económico para las comunidades, en términos de la conservación de la productividad agrícola de sus suelos, así como de la disponibilidad de agua de calidad para suplir sus necesidades básicas y para el normal desarrollo de sus actividades económicas. Por otra parte los beneficios ambientales asociados con la implementación de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales como las trampas de grasas, están relacionados con la mitigación de los impactos negativos sobre las fuentes hídricas y sobre el suelo a causa del vertimiento directo de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, ya que estos sistemas de tratamiento in situ ayudan a mejorar las condiciones fisicoquímicas del agua y del suelo ayudando de esta manera a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Otro aspecto a ser tenido en cuenta dentro de los beneficios socioeconómicos de la implementación de este tipo de alternativas de tratamiento de aguas residuales, es que las grasas que se acumulan en los trampas pueden llegar a representar una fuente de ingresos económicos para las comunidades ya que éstas son utilizadas como materia prima para la fabricación de betunes, cera para muebles y jabones (Pineda y Guerrero, 2011).

#### **6.4.4 Filtros purificadores de agua.**

La falta de sistemas de tratamiento de agua potable para consumo humano en las comunidades rurales de los países en vía de desarrollo hace que la población este expuesta al contagio de enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada como la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Según el informe del año 2018 referente al agua potable la Organización Mundial de la Salud afirma que 842.000 mil personas mueren al año a causa de la diarrea, de los cuales se estima que 361.000 son niños menores de cinco años; además menciona que otro factor de riesgo a la salud asociado al consumo de agua contaminada es que muchos insectos portadores y transmisores de enfermedades como el dengue viven o se crían en el agua.

Colombia tiene un déficit en cuanto a la potabilización de agua en las zonas rurales debido a que los costos de implementación de sistemas de potabilización de agua son elevados, en este sentido los métodos alternativos de tratamiento de agua para consumo humano como los filtros purificadores son una estrategia eficiente para mejorar las condiciones fisicoquímicas del agua y para remover agentes químicos y microorganismos presentes en el agua y que son perjudiciales para la salud (Ibarra, 2016).

Los filtros purificadores de agua consisten básicamente en un sistema de tratamiento físico que permite remover el material orgánico, inorgánico y los microorganismos patógenos presentes en el agua mediante el uso de materiales granulares como la arena, el carbón activado y la gravilla, los cuales representan una opción viable y eficiente para mejorar las condiciones del agua para consumo humano de las comunidades rurales, quienes se abastecen principalmente de ríos y aljibes (Torres et al, 2017).

##### ***6.4.4.1 Tipos de filtros purificadores de agua.***

Existen diferentes tipos de filtros utilizados para el tratamiento físico del agua destinada al consumo humano como por ejemplo los filtros lentos conocidos también como filtros biológicos, los cuales consisten básicamente en contenedores cuyo material filtrante encargado de eliminar

los patógenos presentes en el agua está compuesto principalmente de arena y grava; este tipo de filtros son una opción eficiente para el tratamiento in situ del agua para consumo en las zonas rurales debido a que pueden ser construidos con materiales locales y a que son de fácil construcción y manejo (Gómez, 2017). Los filtros lentos utilizan material de río como gravas y arenas de diferente diámetro para remover el material orgánico e inorgánico en suspensión, así como también los microorganismos patógenos permitiendo obtener porcentajes de potabilización del agua de hasta el 80%. PNNC (s.f.).

Otro tipo de filtro utilizado para el tratamiento in situ del agua para consumo humano, son los filtros de vela cerámica (Figura 12) los cuales han demostrado ser una técnica efectiva y económica para el tratamiento casero del agua. La vela cerámica contiene micro poros que restringen el paso de los sólidos suspendidos y de los microorganismos, algunas de ellas vienen recubiertas con bactericidas y están rellenas de carbón activado el cual retiene sustancias de origen químico y corrigen el olor y el sabor. Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2006).



*Figura 12.* Filtro de Vela Cerámica

Fuente: Ibarra (2016).

Los filtros purificadores de agua para consumo humano que se vienen implementando bajo el marco del proyecto REP del PNN Munchique, corresponden a filtros lentos, los cuales están conformados por tres canecas plásticas tipo araña con capacidad para 55 galones cada una,

ensambladas con tubería de presión de 1 y 2 pulgadas y accesorios de PVC; el material filtrante está compuesto por gravas de 3, 5, 7 y 10 milímetros, carbón vegetal activado y zarandas de 3, 5 y 7 milímetros (Figura 13). PNNC (s.f.)



*Figura 13.* Filtros Purificadores de Agua Implementados por el Proyecto REP. Esta imagen corresponde a filtros lentos implementados en la vereda el Rosal, corregimiento de la Gallera.

Fuente: el autor.

#### ***6.4.4.2 Mantenimiento del filtro lento.***

El mantenimiento de los filtros lentos es sencillo y consiste básicamente en realizar chequeos permanentes para asegurar que el flujo de entrada de agua no este obstruido y en remover cualquier material flotante que se encuentre en la superficie de los tanques, para evitar esta situación se recomienda mantener los tanques tapados; también es importante mantener una capa de agua de 10 cm por encima del lecho de arena para asegurar el correcto funcionamiento de los filtros; cada dos o tres años se recomienda cambiar la capa de arena (Blacio y Palacios, s.f.).



#### **6.4.4.3 Beneficios ambientales y socioeconómicos de los filtros purificadores.**

Los filtros lentos utilizados en sistemas de tratamiento de agua potable han presentado remociones de hasta el 99% de microorganismos patógenos como la *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhimurium* y *Shigella dysenteriae*, causantes de enfermedades como la diarrea, el cólera, la salmonelosis y la disentería respectivamente; en cuanto al mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas del agua, los filtros lentos han demostrado tener remociones importantes de compuestos químicos como el calcio, el cual influye de manera directa sobre la dureza del agua, de hierro, el cual afecta su sabor y color, así como también de nitratos y fosfatos los cuales son factores de riesgo para la salud (Ibarra, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, los filtros lentos utilizados como sistemas de tratamiento de agua potable in situ representan grandes beneficios sociambientales para las comunidades rurales que no cuentan con ningún tipo de tratamiento para el agua destinada al consumo, ya que al mejorar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua el riesgo de contraer enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada disminuye de manera sustancial, lo cual repercute de manera directa sobre la calidad de vida de la población.

Por otra parte este tipo de filtros al estar conectados mediante tuberías de PVC crean una pequeña red de agua desde el lugar donde se realiza la toma, bien sea un río o una quebrada, pasando por los filtros lentos y llegando hasta los grifos dispuestos en la vivienda; esta red permite un manejo controlado del flujo del agua que generalmente en las viviendas del sector rural no tiene ningún tipo de control o manejo lo que ocasiona que el agua impacte de manera directa y constante sobre la superficie del suelo generando su erosión. La erosión hídrica es una de las principales causas de degradación del suelo, en Colombia el 35% de los suelos presentan erosión principalmente de tipo hídrica con más de 4.300.000 hectáreas erosionadas de manera severa (Corrales y Torres, 2002). La erosión hídrica del suelo a causa del goteo del agua como el que generan las tomas de chorro abierto en las zonas rurales o por efecto de la lluvia, ocasionan el desprendimiento de las partículas del suelo removiendo sus nutrientes y generando procesos de sedimentación (Sanzano et al, 2008).

## 7. Metodología

Para alcanzar los objetivos específicos planteados en este proyecto se aplicaron diferentes técnicas metodológicas con el objetivo de conocer las características biofísicas, ambientales y socioeconómicas que se presentan en el área de influencia del proyecto de Restauración Ecológica Participativa (REP) del PNN Munchique, así como también para conocer a fondo las actividades de implementación que se vienen ejecutando en el marco del proyecto.

Las herramientas metodológicas llevadas a cabo para la realización de este trabajo aplicado fueron las siguientes:

**Observación directa:** Se realizaron dos salidas de campo a las veredas El Rosal y El Cóndor con el objetivo de recopilar información *in situ* de las características ambientales y socioeconómicas que se presentan en esta zona donde se encuentran ubicados los predios que cuentan con las implementaciones; de igual manera fue posible evidenciar los impactos ambientales que se generan a causa de las actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que habitan en esta zona del Parque; por otra parte también permitieron tener un acercamiento directo con el tipo de implementaciones que se vienen ejecutando en el marco del proyecto REP del PNN Munchique.

**Encuesta:** Se realizó una encuesta a las siete familias que hasta la fecha cuentan con las implementaciones mediante la cual se obtuvo información primaria acerca de la realidad ambiental y socioeconómica de las familias en términos del tipo del tipo de combustible utilizado para la cocción de alimentos y de poder establecer si cuentan con algún sistema de tratamiento para el agua destinada al consumo y para el manejo de las aguas residuales, así como también acerca de la ocurrencia de afectaciones a la salud asociadas al consumo de agua.

**Recopilación documental:** Mediante esta técnica metodológica se logró obtener información secundaria contenida en documentos de entidades oficiales como el IGAC, Parques Nacionales, Ministerio de ambiente y del municipio del Tambo como el Plan de Desarrollo Municipal (PDM), el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), así como también de referencias

bibliográficas acerca de las implementaciones que se vienen desarrollando en el marco del proyecto REP. Mediante esta recopilación documental fue posible caracterizar las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la zona de influencia del proyecto REP, las cuales sirvieron de insumo para determinar la línea base y para diseñar la propuesta de plan de monitoreo para las actividades de implementación del proyecto REP del PNN Munchique.

**Reuniones de divulgación:** Se realizaron 2 reuniones con los miembros de las comunidades de las veredas El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera, con el fin de socializar los objetivos del proyecto REP y para lograr que las comunidades reconozcan la importancia de su participación y compromiso frente a este tipo de iniciativas que adelanta el PNN Munchique en el ejercicio de su autoridad ambiental, las cuales pretenden no solo la recuperación y conservación de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, sino también el mejoramiento de su calidad de vida .

**Reuniones de trabajo con el equipo técnico del PNN Munchique:** Se realizaron 3 reuniones con funcionarios del PNN Munchique con el fin de establecer los lineamientos y el plan de trabajo a seguir para elaboración de este documento.

Tabla 6. *Cronograma de Actividades Metodológicas*

<b>Actividades</b>	<b>mes 1</b>	<b>mes 2</b>	<b>mes 3</b>	<b>mes 4</b>	<b>mes 5</b>	<b>mes 6</b>
Observación directa	x	x				
Entrevistas y encuestas	x	x				
Recopilación documental	x	x	x	x	x	
Reuniones de divulgación	x	x				
Reuniones con funcionarios del PNN Munchique		x		x		x

Fuente: El autor

## 8. Resultados

Los resultados obtenidos obedecen a la aplicación de las diferentes técnicas metodológicas propuestas mediante las cuales fue posible identificar los impactos ambientales y las condiciones socioeconómicas bajo las cuales se viene desarrollando el proyecto REP.

Mediante la observación directa fue posible evidenciar que las comunidades que habitan las veredas de El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera, municipio de El Tambo lugar en donde se vienen desarrollando las implementaciones en el marco del proyecto REP del PNN Munchique, viven bajo condiciones de pobreza y no cuentan con sistemas de alcantarillado ni tampoco con algún tipo de tratamiento para las aguas residuales domésticas lo cual impacta de manera negativa sobre el ecosistema principalmente sobre las fuentes hídricas las cuales terminan siendo contaminadas (Figura 14).



*Figura 14.* Agua Residual de Fregadero. Esta imagen pertenece al fregadero de una vivienda ubicada en la vereda El Cóndor la cual evidencia las condiciones de pobreza de la comunidad y la carencia de sistemas de tratamiento para las aguas residuales domésticas.

Fuente: El autor.

Otra situación que fue posible identificar mediante la observación directa es que las comunidades que habitan en las veredas de El Cóndor y de El Rosal tampoco cuentan con el servicio de acueducto, razón por la cual el agua destinada para el consumo es tomada directamente de la fuente hídrica y conducida mediante mangueras hasta las viviendas almacenándola en tanques para luego ser consumidas sin ningún tipo de tratamiento previo lo cual representa un riesgo para la salud de esta población (Figura 15).



*Figura 15.* Tanque de Almacenamiento de Agua para Consumo. Esta imagen muestra la carencia del servicio de acueducto y de sistemas de tratamiento para el agua de consumo.

Fuente: El autor.

Las salidas de campo planteadas como estrategia metodológica permitieron observar la transformación en las coberturas vegetales (bosque) dentro del área protegida y que son producto del establecimiento de potreros y cultivos de pan coger como parte de las actividades antrópicas que realizan las familias para su sustento económico las cuales impactan considerable el paisaje (Figura 16) y además generan presiones sobre el equilibrio natural de los ecosistemas que hacen parte del PNN Munchique.



*Figura 16.* Transformación de las Coberturas Vegetales del PNN Munchique.

Fuente: El autor.

A través de la encuesta realizada a los miembros de la comunidad (Figura 17) que habitan en las veredas de El Rosal y El Cóndor fue posible obtener información primaria acerca de la percepción que tiene la comunidad frente a las actividades de implementación que se vienen desarrollando en el marco del proyecto REP, cuyo resultado fue que tienen un concepto positivo y consideran importante este tipo de iniciativas para la protección y conservación del área protegida; además también reconocen los benéficos ambientales que el PNN Munchique les brinda y de los cuales finalmente depende su sustento económico.

Estructuración de línea base y plan de monitoreo para las acciones de implementación desarrolladas en el Parque Nacional Natural Munchique				
Encuesta familias involucradas en el proyecto REP del PNN Munchique				
Lugar y fecha: PNN Munchique Vereda El Cóndor, Com. m. de la Calle 19				
Nombre del encuestador: Luis Fernando Centeno Lopez				
Nombre del encuestado: Nidia Campo Zamboni				
¿Conoce los beneficios ambientales que brinda a su comunidad el PNN Munchique?	SI	NO		
	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Es importante para usted la protección y conservación de este Parque Natural?	SI	NO		
	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Considera importantes las implementaciones de restauración ecológica Participativa que viene realizando el PNN Munchique?	SI	NO		
	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Está usted participando en las implementaciones restauración ecológica Participativa que viene realizando el PNN Munchique?	SI	NO		
	<input checked="" type="checkbox"/>			
Cuántas personas conforman su grupo familiar	Adultos	Niños	Total	
	4	3	7	
¿Qué fuente de energía utiliza para la preparación de alimentos en su hogar?	Leña	Gas	Energía Eléctrica	
	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Usted o algún miembro de su grupo familiar ha presentado alguna de estas enfermedades durante el último mes?	Vomito		Diarrea	
	SI	NO	SI	NO
			<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Cuáles de las siguientes actividades realiza para el sustento económico de su hogar?	Caza	Pesca	Ganadería	Agricultura
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿El agua consumida en su hogar cuenta con algún tratamiento de potabilización?	SI	NO		
		<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Su hogar cuenta con algún sistema de tratamiento de aguas residuales?	SI	NO		
		<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Considera que las implementaciones de restauración ecológica Participativa que viene realizando el PNN Munchique ayudaran a mejorar la calidad de vida de su comunidad?	SI	NO		
	<input checked="" type="checkbox"/>			

Figura 17. Encuesta Recopilación Información Primaria

Fuente: El autor.

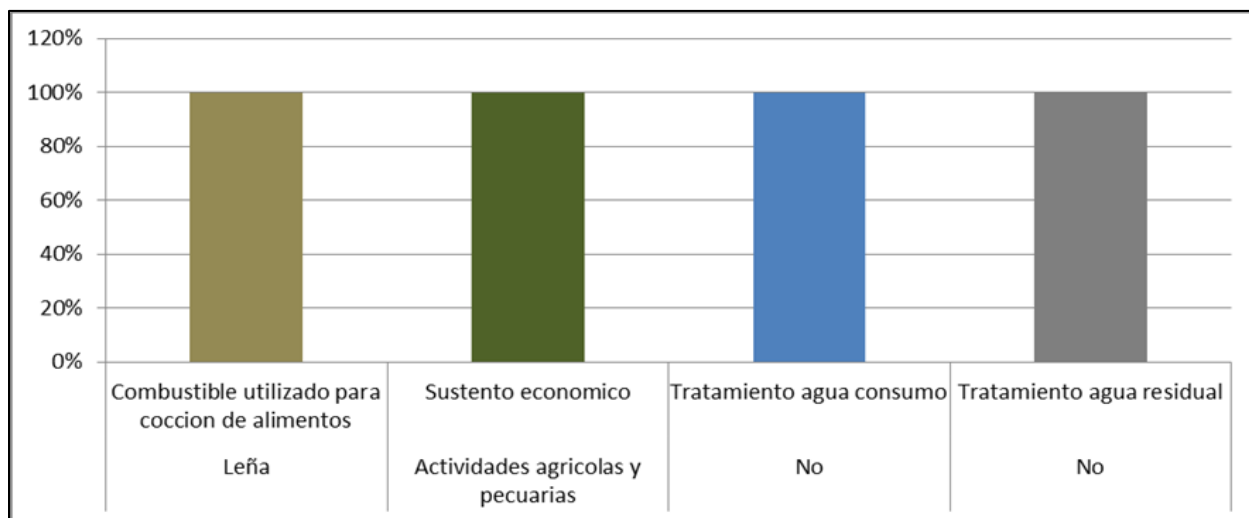
La encuesta además permitió conocer que el combustible utilizado por las familias como fuente energética para la cocción de alimentos es la leña (Figura 18) y que las actividades de tipo

agrícola y pecuario representan su principal sustento económico; por otra parte permitió corroborar lo observado en campo en relación a que no cuentan con ningún tipo de tratamiento para las aguas residuales ni tampoco para el agua destinada al consumo (Figura 19).



*Figura 18.* Uso de Leña para la Cocción de Alimentos. Esta imagen muestra el uso de leña como fuente energética para la preparación de los alimentos por parte de las comunidades pertenecientes al corregimiento de la Gallera; la imagen también evidencia el riesgo a la salud por la exposición directa de la población a los gases producto de la combustión de la leña.

Fuente: El autor



*Figura 19.* Resultados Encuesta.

Fuente: El autor



Mediante la técnica metodológica de recopilación documental fue posible obtener información secundaria que permitió confirmar la realidad observada mediante las salidas de campo en términos de las características biofísicas que se presentan en el área de influencia del proyecto REP, así como de las actividades económicas que desarrollan las comunidades que ocupan el PNN Munchique específicamente las que pertenecen a las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera, las cuales giran en torno al desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que generan impacto sobre el medio ambiente; por otra parte mediante la recopilación documental fue posible reafirmar que las condiciones socioeconómicas de las comunidades que hacen parte del corregimiento de la Gallera están relacionadas con situaciones de pobreza y de exclusión social por parte del Estado lo cual se refleja por la carencia de servicios básicos de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y de cobertura en salud. Finalmente, la recopilación documental permitió conocer la efectividad de este tipo de implementaciones que se vienen ejecutando en el marco del proyecto REP en términos de la mitigación de los impactos ambientales a los que se encuentran asociadas cada una de ellas y en términos del mejoramiento de la calidad de vida relacionado con la disminución del riesgo a la salud asociado al consumo de agua no tratada y a la exposición a los gases nocivos producto de la combustión incompleta de la leña. Los impactos ambientales y las características socioeconómicas bajo las cuales se desarrolla el proyecto REP, se encuentran detallados dentro de la matriz de impactos y de caracterización socioeconómica ubicada dentro del documento al final de la línea base.

En cuanto a las reuniones de divulgación sobre los alcances y objetivos relacionados con las actividades de implementación contempladas en el marco del proyecto REP propuestas como estrategia metodológica (Figura 20), permitieron evidenciar la disposición y compromiso que tienen las comunidades frente al proyecto en términos de poder solucionar los conflictos que se presentan con la institución por el uso y ocupación de la tierra, así como también en términos de la protección y conservación de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos que el área protegida les brinda y de los cuales depende el sustento económico de sus familias; de igual manera las reuniones que se realizaron con la comunidad permitieron evidenciar que la expectativa frente a la posibilidad de mejorar su calidad de vida mediante los beneficios que representan las implementaciones que el proyecto REP viene ejecutando es alta.



Figura 20. Reuniones de Divulgación de Objetivos del Proyecto REP

Fuente: El autor.

Finalmente, las reuniones realizadas con los funcionarios del PNN Munchique (Figura 21) así como la aplicación de cada una de las estrategias metodológicas propuestas permitieron definir la línea base del proyecto REP y marcar la pauta para la construir la propuesta de plan de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP del PNN Munchique.

		LISTA DE ASISTENCIA		Código: GAINF-FO-04 Versión: 3 Vigencia desde dd/mm/aaaa: 03/10/2012		
OBJETIVO DEL EVENTO: Revisión y planeación de diseño del monitoreo de implementaciones UOT.		ENCARGADO DEL EVENTO:				
NOMBRE DEL CONFERENCISTA: PNN Munchique		TIPO DE REUNIÓN: <input type="checkbox"/> Video conferencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencial		Nombre: PNN Munchique Grupo, Oficina, Dirección Territorial o Área Protegida: DTPA		
LUGAR DE LA REUNIÓN: Subsede DTAO, Barrios Nacionales, Popayán, Cauca.		FECHA: 10/Oct/2018		HORA INICIO: 9:30 am HORA FIN: 11:00 am		
PARTICIPANTES						
No	NOMBRE Y APELLIDO	ENTIDAD, GRUPO O ÁREA FUNCIONAL, VEREDA U OTROS	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO	TIPO ASISTENCIA Presencial <input type="checkbox"/> Virtual <input type="checkbox"/>	FIRMA (Aplica para asistencia presencial)
1	Luis Fernando Barrios c.	UNAD	thejahpeople@hotmail.com	30550197	<input checked="" type="checkbox"/>	Lufere
2	Ana María Maya Girón	PNN Munchique	mayac0905@gmail.com	316362577	<input checked="" type="checkbox"/>	Ana María Maya Girón
3	Haithe Elena Muñoz	PNN Munchique	mhaithe@pnnmunchique.gov.co	313690007	<input checked="" type="checkbox"/>	Haithe Elena Muñoz
4						
5						
6						

Figura 21. Reunión con Funcionarios del PNN Munchique

Fuente: PNN Munchique.

## **9. Línea base proyecto REP del PNN Munchique**

La caracterización de los aspectos biofísicos y socioeconómicos bajo los cuales se está desarrollando el proyecto REP del PNN Munchique permite tener un marco de referencia para poder elaborar la propuesta de plan de monitoreo para las actividades de implementación que se vienen ejecutando por el proyecto.

### **9.1 Generalidades**

El parque Nacional Natural Munchique tiene una extensión aproximada de 46.982 hectáreas, presenta diferentes pisos térmicos distribuidos en altitudes que van desde los 600 hasta los 3100 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por tener un relieve montañoso cubierto de bosques nublados que albergan una gran diversidad tanto de flora como de fauna muchas de ellas endémicas, lo que hace del PNN Munchique un lugar maravilloso con una riqueza invaluable para todos los colombianos y para la humanidad. Los accidentes orográficos más representativos del PNN Munchique son el Cerro Munchique el cual presenta una altura de 3.012 msnm, el Cerro Santana con 3.170 msnm y la Serranía La Paz con 2.240 msnm. PNNC (2018).

El PNN Munchique es conocido como el paraíso de las aves por la gran diversidad de especies que alberga y también como la fábrica de agua del Pacífico Caucaño ya que lo atraviesan más de 40 cascadas y 30 quebradas desembocan en el río Micay y este a su vez al Océano Pacífico. Plan de Desarrollo Municipal El Tambo (PDM El Tambo, 2016). Los servicios ambientales que presta el PNN Munchique son diversos siendo los más relevantes la conservación de la diversidad biológica, la protección de cuencas hidrográficas, el mantenimiento y estabilidad del clima local, la protección de recursos genéticos y la protección del recurso suelo. Plan de Ordenamiento Territorial El Tambo (POT El Tambo, 2018).

## 9.2 Aspectos biofísicos

### 9.2.1 Geología.

Las descripciones geológicas que se detallan a continuación son propias de la Región Anden Pacifico – Cordillera Occidental, la cual fue determinada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca y que corresponde a la zona geográfica donde se encuentra ubicado el PNN Munchique.

**Grupo Dagua:** Se encuentran en la franja norte-sur conformando el núcleo de la cordillera Occidental; “son rocas sedimentarias pelíticas y plegadas, constituidas por filitas negras, metachert, metagrauvas y esporádicamente lentes de mármol. Genéticamente representan periodos de sedimentación marina contemporáneos o alternantes con la actividad volcánica en un ambiente oceánico” (IGAC, 2009, p.61).

**Grupo diabásico:** Se encuentran hacia el flanco occidental de la cordillera Occidental. “La unidad consta principalmente de diabasas, basaltos y lavas almohadilladas con algunas sedimentitas asociadas entre las que se encuentran limolitas silíceas, areniscas finas y calizas. Se presentan además tobas, hialoclastitas, diabasas pegmatíticas y chert” (IGAC, 2009, p.62).

**Formación Timbiquí:** Se presentan en el piedemonte de la Cordillera Occidental por encima de la cota 500. Está conformada por rocas de origen volcánico y sedimentario, “Las rocas volcánicas por su litología corresponden a un micropórfido basáltico de andesita y las rocas sedimentarias constan de una secuencia de areniscas conglomeráticas de grano fino a medio y lodolitas” (IGAC, 2009, p.62).

**Formación Guapi:** “Está constituida por arcillolitas, con intercalaciones de conglomerados y areniscas arcillosas y los sedimentos constitutivos de la Formación provienen de la cordillera Occidental. Su génesis está asociada a depósitos de cuencas sedimentarias oceánicas” (IGAC, 2009, p.62).

### 9.2.2 Paisajes.

El departamento del Cauca cuenta con una gran variedad de paisajes; sin embargo la mayor parte está representada por el paisaje de montaña el cual abarca el 64,62 % del territorio, seguido del paisaje de lomerío con el 20.00 % (Tabla 7). IGAC (2009).

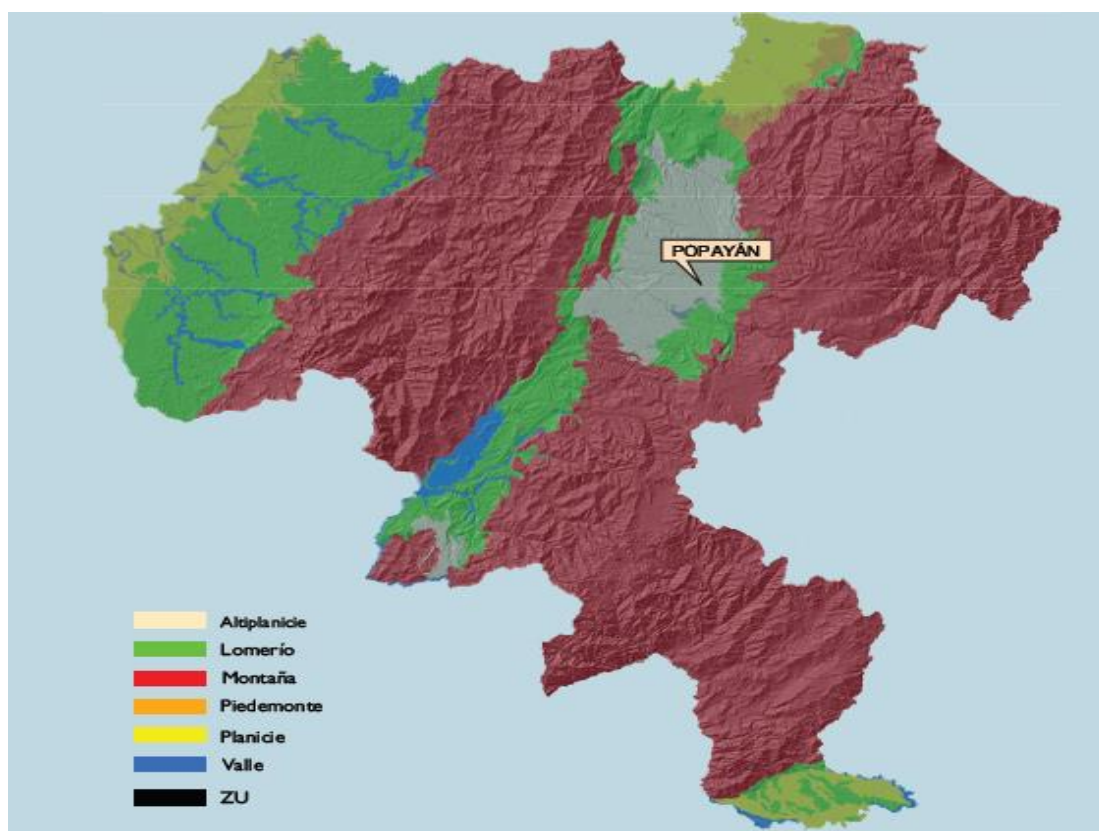
Tabla 7. *Paisajes Presentes en el Departamento del Cauca*

Paisajes	Porcentaje del paisaje respecto al área departamental
Montaña	64,6 %
Lomerío	20,0 %
Planicie	6,26 %
Altiplanicie	5,33 %
Valle	2,53 %
Piedemonte	0,68 %

Fuente: IGAC (2009).

El paisaje de altiplanicie está presente solo en una pequeña fracción del territorio; la mayor parte del paisaje de lomeríos se presenta sobre el flanco occidental de la Cordillera Occidental y sobre las planicies aluviales de la gran Cuenca del Pacífico; también se presenta en menores proporciones en la zona de la Cordillera Central; por su parte el paisaje de montaña es el más

predominante del departamento del Cauca abarcando más del 60 % del territorio (Figura 22). IGAC (2009).



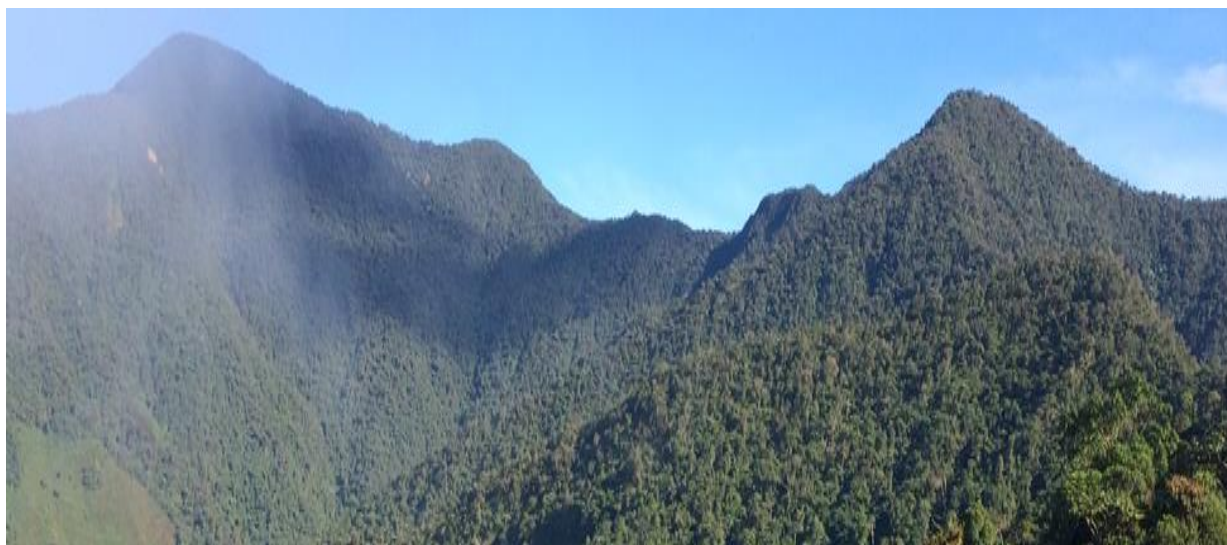
*Figura 22.* Distribución de Paisajes en el Departamento del Cauca

Fuente: IGAC (2009).

Por la ubicación geográfica del PNN Munchique el cual se encuentra hacia el flanco occidental de la Cordillera Occidental sus paisajes corresponden principalmente a montañas y lomeríos ya que esta área protegida abarca rangos altitudinales que van desde los 600 hasta los 3.100 msnm. PNNC (2018).

En el PNN Munchique predominan las montañas de cimas redondeadas con planos fuertemente inclinados a fuertemente ondulados especialmente en la parte media de los Ríos Micay, Mechengue y San Joaquín que es la subcuenca a la que pertenecen las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la gallería, (Figuras 23 y 24) donde se encuentran ubicados los

predios que cuentan con las implementaciones realizadas hasta el momento en el marco del proyecto REP. PNNC (2018).



*Figura 23.* Paisaje de Montaña Vereda El Rosal PNN Munchique.

Fuente: el autor.



*Figura 24.* Paisaje de Montaña Vereda El Cóndor PNN Munchique.

Fuente: el autor.

### 9.2.3 Clima.

Según los reportes de las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del área de influencia del PNN Munchique, en esta área protegida se presentan precipitaciones que van desde los 2.270 mm en su parte más alta cercanas al municipio del Tambo donde la temperatura promedio es de 10.8°C, hasta los 4.640 mm en su zona más baja cercana al municipio de López de Micay en donde la temperatura promedio es de 26.6°C. (Tabla 8).

Tabla 8. *Climatología del PNN Munchique*

<b>Estación meteorológica</b>	<b>Altura (msnm)</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Piso térmico</b>	<b>Clase de Humedad</b>
López	100	4640	26,6	Cálido	Muy Húmedo
El Tambo	1745	2.090	18,7	Templado	Muy Húmedo
2603502 Munchique (El Tambo)	3012	2.270	10.8	Muy Frio	Muy Húmedo

Fuente: IGAC (2009).

El PNN Munchique presenta un régimen de lluvias bimodal en donde los periodos más intensos corresponden a los presentados durante los meses de abril y mayo en el primer semestre del año y durante los meses de octubre y noviembre en el segundo, los demás meses del año la intensidad de las lluvias es menor; sin embargo, se estima que los índices de precipitación promedio del área protegida se encuentran en un rango de los 3.000 mm anuales. PNNC (2018).



Debido a su variación altitudinal el PNN Munchique presenta diferentes pisos térmicos y zonas climáticas (Tabla 9).

Tabla 9. Zonas Climáticas del PNN Munchique

<b>Zona climática</b>	<b>Rango altitudinal (msnm)</b>	<b>Área (%)</b>	<b>Localidades</b>
Cálido húmedo	230 - 1.000	17,6 – 37 %	Corregimiento San Juan del Micay
Medio húmedo	1.000 - 2.000	23,9 – 50 %	Veredas Gavilanes, La Primavera, Tres Quebradas
Frio húmedo	2.000 - 3.000	6,1 - 12,7 %	Veredas La Playa, El Cóndor, El Rosal, La Primavera, Costa Nueva, Vista Hermosa, Las Palmas, La Gallera
Muy frio húmedo	>3.000	15 - 30,3 %	Veredas 20 de Julio, Limoncito, El Ramal, La Romelia

Fuente: PNNC (2018).

Teniendo en cuenta los datos de la tabla 9 las veredas El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera en donde se encuentran ubicados los predios que cuentan con las implementaciones desarrolladas en el marco del proyecto REP, se encuentran dentro de la zona climática de frio húmedo la cual se caracteriza por presentar rangos de temperatura que fluctúan entre los 10 y los 11 grados. IGAC (200).

#### **9.2.4 Suelos.**

La zonificación de suelos del departamento del Cauca está clasificada según su vocación; es decir que de acuerdo a sus condiciones físicas y a la normatividad legal han sido agrupados en unidades de tierra con el fin de orientar su uso y explotación en aras de optimizar el desarrollo económico de la región y en ciertos casos especiales para garantizar su recuperación o conservación como es el caso de las áreas protegidas. En este sentido la vocación de los suelos puede ser de tipo agrícola, pecuario, agroforestal, forestal, de conservación de los recursos hídricos, de recuperación o de áreas de manejo especial como es el caso del PNN Munchique. IGAC (2009).

La zonificación del PNN Munchique corresponde entonces a suelos de vocación para la conservación y de manejo especial cuyo objetivo es conservar y preservar las especies de fauna y flora así como los hábitats etnoculturales debido al gran valor que tienen para la nación en términos naturales, culturales o históricos “y por esto han sido declaradas patrimonio nacional, parques nacionales, reservas forestales, reservas naturales, santuarios de fauna y flora, zonas de protección, distritos de manejo integrado y zonas de amortiguamiento especial” (IGAC, 2009, p.522).

#### **9.2.5 Usos del suelo.**

El PNN Munchique a pesar de pertenecer a una zona de conservación y de manejo especial en la que no está permitido ningún tipo de actividad que atente contra el equilibrio ecosistémico, al interior del área protegida existe ocupación por parte de familias campesinas que desarrollan actividades antrópicas de tipo agrícola y pecuario relacionadas principalmente con el establecimiento de cultivos de pan coger, con la ganadería y con el manejo de cerdos, gallinas y cuyes para el autoabastecimiento. Por tal razón en algunas zonas del Parque las coberturas vegetales han sido intervenidas, principalmente las que pertenecen al corregimiento de La Gallera (sector nororiente), lugar donde se encuentran los predios que cuentan con las implementaciones realizadas hasta el momento bajo el marco del proyecto REP. PNNC (2018).

### 9.2.6 Coberturas vegetales.

Las coberturas vegetales están condicionadas por factores climáticos y fisiográficos tales como la altitud, el relieve, la humedad, la precipitación, las horas de luz solar y la temperatura. IGAC (2009). En este sentido el PNN Munchique al presentar diferentes rangos de temperatura, de precipitación y de altitud, el tipo de vegetación que presenta dentro del área protegida es muy diverso. Los rangos altitudinales presentes en el Parque van desde los 250 msnm en la Región Pacífica cercana al municipio de López de Micay hasta los 3.100 msnm en la Región Andina cercana al municipio de El Tambo a través de los cuales se presentan diversos tipos de coberturas vegetales que hacen parte de la llamada selva Neotropical clasificada por Cuatrecasas en 1958. IGAC (2009). Teniendo en cuenta los rangos altitudinales, de precipitación y temperatura para el PNN Munchique aplican las siguientes formaciones vegetales:

**Selva inferior o basal:** Se encuentra en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1.00 msnm, bajo condiciones de precipitación superiores a los 2.000 mm y en un rango de temperatura entre los 23 y 30°C. Este tipo de cobertura vegetal está presente en el departamento del Cauca entre la llanura aluvial del Pacífico y la vertiente baja de la cordillera Occidental; se caracteriza por presentar árboles que alcanzan alturas de hasta 40 metros de troncos rectos y de follaje siempre verde siendo las especies más sobresalientes el chunul (*Sacoglottis procera*), el higo (*Ficus* sp), el mortiño (*Miconia* sp), el peinemono (*Apeiba aspera*), el guayabillo (*Eugenia* sp), el mare (*Brosimum rubescens*), el chalde (*Guarea* sp), el capitán (*Jacaranda copaia*), la jigua (*Nectandra* sp), el manteco (*Tapirira guianensis*), el chachajo (*Aniba* sp), el anís (*Ocotea* sp), el caimo pelón (*Pouteria* sp), el cargadero (*Guatteria* sp) y el yarumo (*Cecropia* spp). IGAC (2009).

**Selva subandina:** Se encuentra en un rango altitudinal que va desde los 1.000 hasta los 2.400 msnm, bajo condiciones de precipitación que fluctúan entre los 1.000 y 4.000 mm y en un rango de temperatura entre los 16 y 23°C. Estos bosques presentan características similares a los de la selva inferior o basal pero sus árboles presentan un menor tamaño y sus hojas son más pequeñas, la existencia las lianas y epífitas leñosas son menos abundantes y presentan un sotobosque más

desarrollado. Las especies más sobresalientes son el caucho (*Picus* sp), el cafetillo (*Lacistema aggregatum*), el carbonero (*Calliandra pittieri*), el manzanillo (*Toxicodendron striatum*), el guayacán (*Tabebuia chrysantha* y *T. rosea*), la jigua amarilla (*Nectandra* sp), la jigua negra (*cinnamomum cinnamomifolium*), el moquillo (*Saurauia ursina*), el encenillo (*Weinmannia* sp), el floramarillo (*Tecoma stans*), el mano de oso (*Schefflera morototoni*), la quina (*Cinchona pubescens*), el yarumo (*Cecropia caucana*), el roble (*Quercus humboldtii*), el aguacatillo (*Persea* sp) y el arrayán (*Myrcia papayanensis*). IGAC (2009).

**Selva andina:** Se encuentra por encima de los 2.400 hasta los 3.800 msnm, bajo condiciones de precipitación que fluctúan entre los 1.000 y 4.000 mm y en un rango de temperatura entre los 6 y 15°C. Este tipo de selvas se caracterizan por presentar alta nubosidad y una densa niebla lo que les permite mantener una humedad muy alta en el ambiente; sus árboles presentan hojas pequeñas o muy pequeñas, sus ramas y troncos son delgados y de poca altura lo cual forma parte de su adaptación a las condiciones climáticas y ambientales que predominan en estas zonas; es notable la presencia de epífitas como musgos, líquenes, bromelias, orquídeas y helechos cubriendo los árboles. Las especies más sobresalientes son el aliso (*Alnus acuminata*), el estoraque (*Styrax trichocalyx*), el gallinazo (*Roupala* sp), el guarango (*Mimosa quitensis*), el pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*), el siete cueros (*Tibouchina lepidota*), el encenillo (*Weinmannia* sp), el roble (*Quercus humboldtii*), la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*), el lechero (*Euphorbia laurifolia*) y el laurel (*Morella pubescens*). IGAC (2009).

Teniendo en cuenta que el corregimiento de la Gallera específicamente las veredas de El Rosal y El Cóndor se encuentran ubicadas en el rango altitudinal de los 2.000 a 3.000 msnm, las coberturas vegetales que se presentan en esta zona corresponden a las de selva subandina cuyas especies más representativas como el cafetillo, el guayacán, el aguacatillo, el yarumo, entre otros son aquellas que están siendo impactadas por la fuerte demanda de leña que requieren las familias para la cocción de sus alimentos.

Es importante mencionar que dentro del PNN Munchique se presenta un tipo de cobertura vegetal denominada cobertura de presión la cual está representada por pastos limpios, pastos enmalezados, mosaico de cultivos y espacios naturales. PNNC (2018).

Según el análisis espacio temporal realizado por Parques Nacionales Naturales a través de imágenes satelitales Landsat a escala 1:100.000, entre los años 2012 y 2017 hubo una pérdida de 2.005 hectáreas de Bosque denso, las cuales pasaron a formar coberturas de presión principalmente mosaicos de cultivos y pastos, bosques fragmentados y bosques de vegetación secundaria (Figura 25). Esta transformación del Bosque Denso hacia coberturas vegetales de presión obedece al desarrollo de actividades antrópicas de tipo agrícola y pecuario como las que desarrollan las comunidades que habitan en las veredas el Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera y que son la causa principal de los impactos ambientales generados dentro del área protegida PNNC (2018).

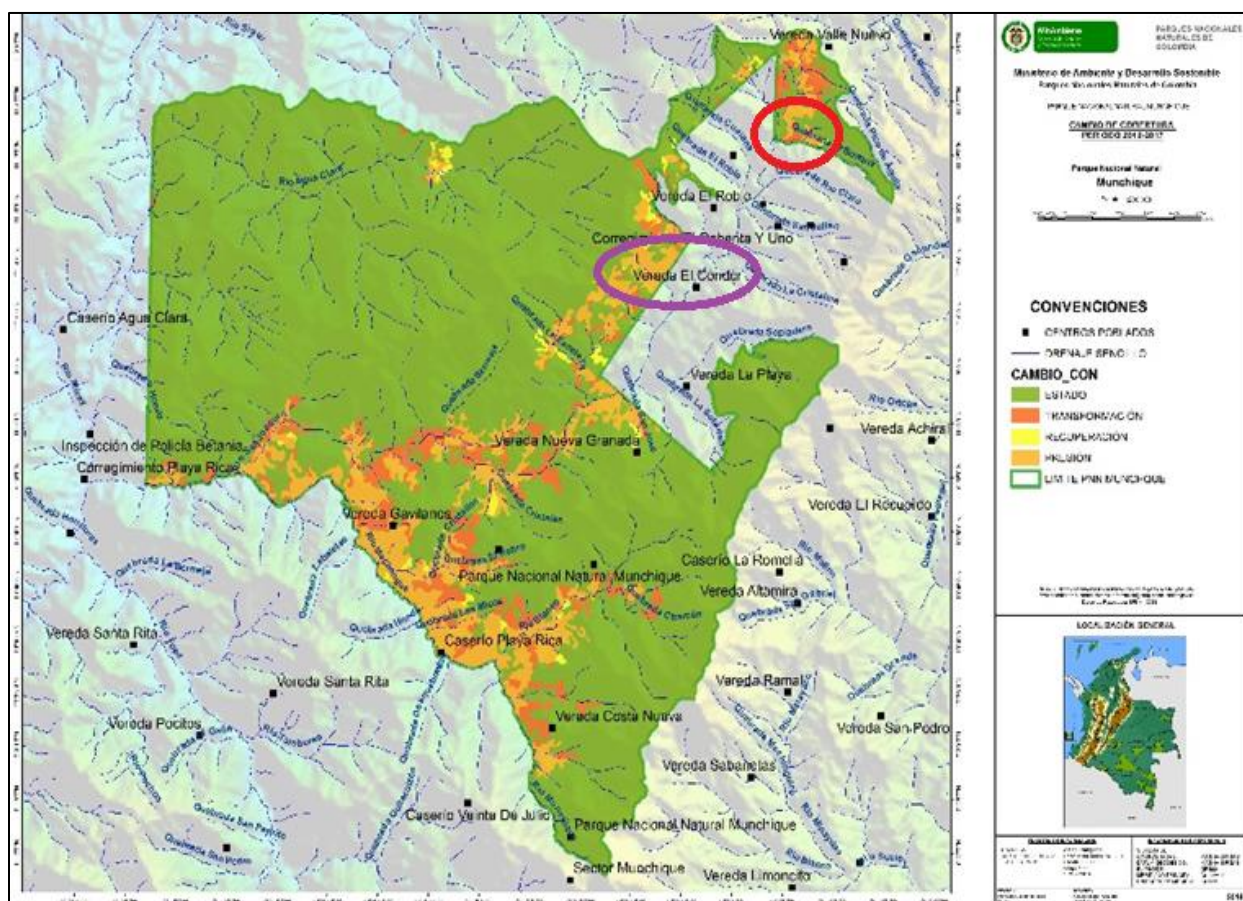


Figura 25. Cambio de las Coberturas Vegetales del PNN Munchique. El círculo rojo corresponde a la ubicación de la vereda El Rosal y el círculo morado a la de la vereda el Cóndor, zonas en donde se puede apreciar la transformación del bosque hacia coberturas de presión.

Fuente: PNNC (2018).

### 9.2.7 Hidrología.

El complejo hídrico del PNN Munchique está conformado por tres 3 subcuencas que vierten sus aguas al río San Juan del Micay; con respecto al área total del Parque la subcuenca del río San Joaquín a la cual pertenece el corregimiento de la Gallera abarca el 37,4% del área protegida con un total 17.570 hectáreas, la del río Agua Clara con 16.647 hectáreas el 35,43% y la del río Mechengue con 12.765 hectáreas abarca el 27,17% restante (Tabla 10). PNNC (2018).

Tabla 10. *Subcuencas del PNN Munchique*

<b>Subcuencas en el PNN Munchique</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% con relación al área del PNN Munchique</b>
San Joaquín	17.570	37,4
Agua Clara	16.647	35,43
Mechengue	12.765	27,17
Total	46.982	100

Fuente: PNNC (2018).

El río San Joaquín nace en el PNN Munchique específicamente en la vereda El Rosal, atraviesa la vereda El Cóndor y continúa su recorrido en sentido suroccidente; el río San Joaquín es tributado por 16 microcuencas, entre las que se destacan las quebradas el Pacungal, la Guascama, El Bosque, La Paz, Santa Lucía, Santa Rosa, Sopladero, San José, Cristales y La Bermeja; más adelante en el corregimiento Playa Rica se une con el Río Mechengue. El río

Mechengue nace en el cerro Munchique ubicado en el suroriente del Parque y continua su trayecto en sentido suroccidente durante el cual es tributado por 17 microcuencas siendo las más representativas las quebradas Munchiquito, Mechenguito, Rio Blanco, Los Micos y El Retiro. Por su parte el rio Agua Clara Recorre el Parque en sentido norte - occidente, y con el tributo de numerosas microcuencas y finalmente desemboca directamente en el río San Juan del Micay (Figura 26) PNNC (2018).

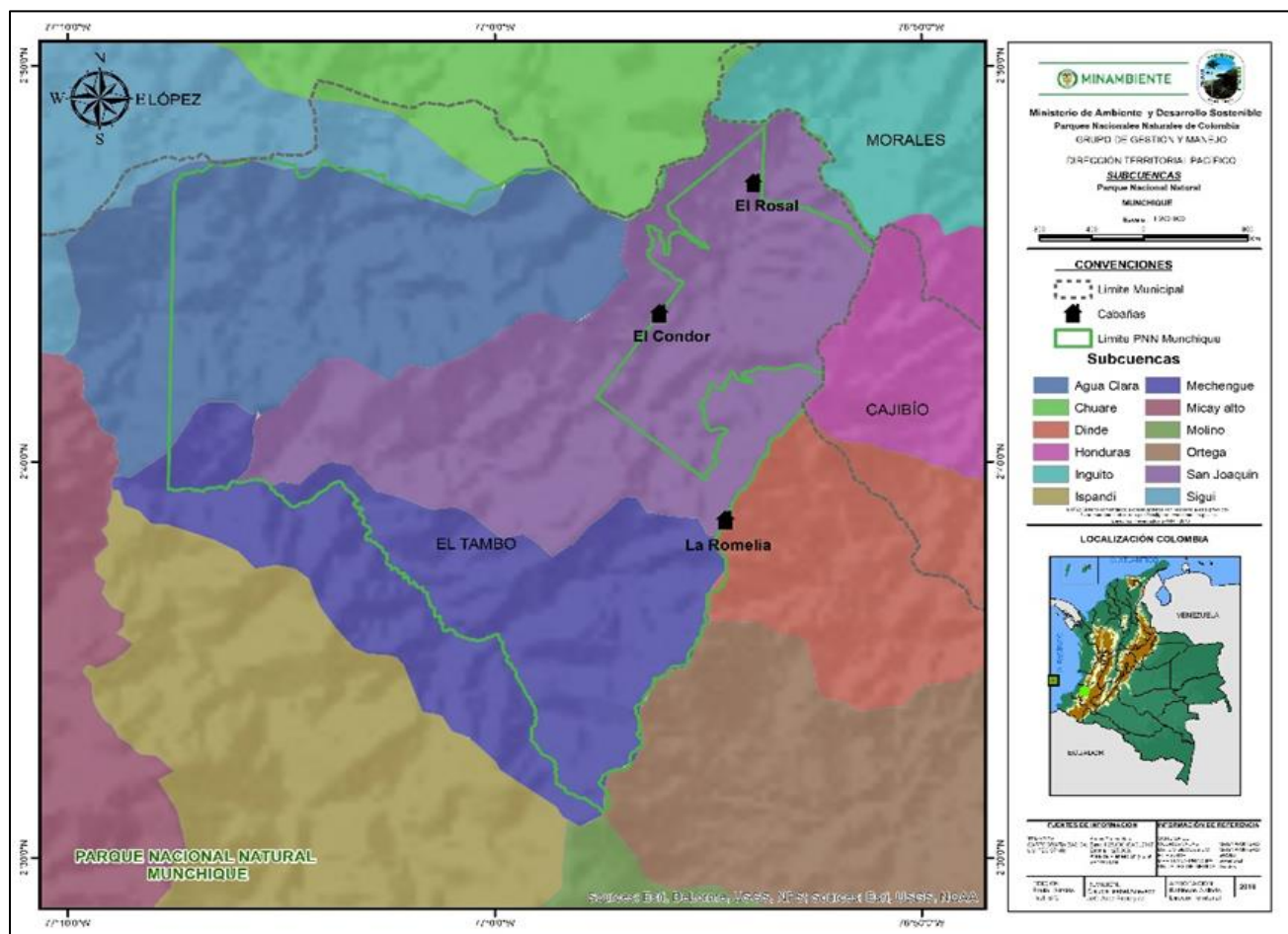


Figura 26. Subcuencas del PNN Munchique

Fuente: PNNC (2018).

La subcuenca del río San Joaquín a la cual pertenecen las veredas El Rosal y El Cónдор es la que presenta mayor afectación a causa de actividades antrópicas que impactan la calidad de sus aguas y que se encuentran asociadas a la transformación de las coberturas vegetales hacia coberturas de presión para el establecimiento de cultivos y de potreros principalmente. La

subcuenca del río San Joaquín es el área del PNN Munchique que presenta el mayor número de hectáreas en coberturas de presión con un total de 3.524, seguida de la subcuenca del río Mechengue con 3.463 hectáreas. (Tabla 11). PNNC (2018).

Tabla 11. *Afectación de las Subcuencas del PNN Munchique*

<b>Subcuencas en el PNN Munchique</b>	<b>Coberturas de presión (ha)</b>	<b>% en coberturas de presión</b>
San Joaquín	3.524	20,06
Mechengue	3.463	27,13
Agua Clara	68	0,40

Fuente: PNNC (2018).

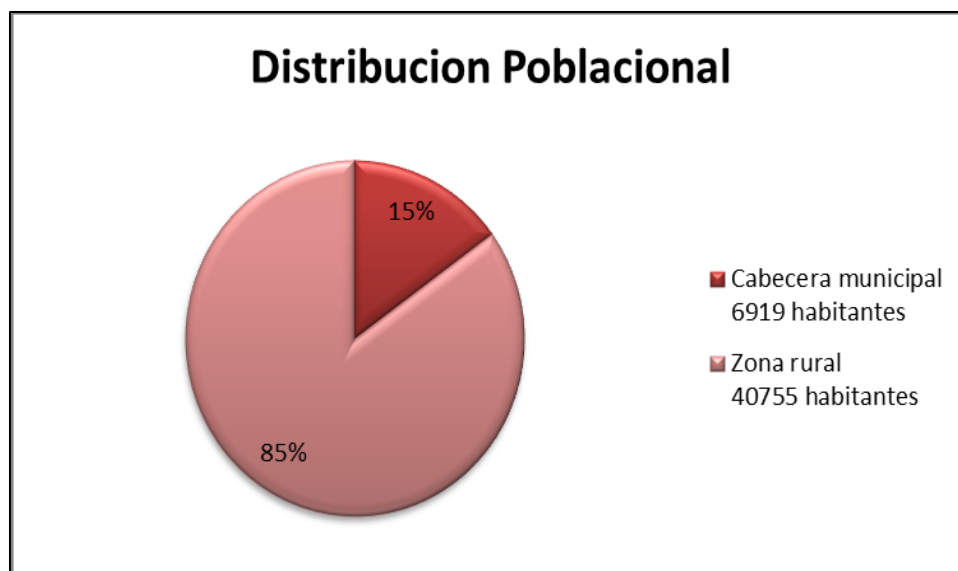
### **9.3 Aspectos socioeconómicos**

#### **9.3.1 Población.**

La población estimada por el DANE para el municipio de El Tambo es de 47.674 habitantes, de los cuales solo el 15 %, es decir 6.919 se encuentran ubicados en la cabecera municipal y el 85%, ósea 40.755 habitantes se encuentran asentados en las diferentes zonas rurales del municipio (Figura 27). La mayor parte de la población del municipio del Tambo se encuentra en un rango de edad entre los 25 y 44 años, seguida de la población ubicada entre los 4 y los 14 años y la población mayor a 80 es la que menos predomina. El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas es del 33,77% para los habitantes de la cabecera municipal y del 57,46% para los



de la zona rural. El municipio del Tambo presenta niveles de pobreza y de pobreza extrema. Se estima que la población víctima del conflicto armado en el municipio es de 11.198 habitantes. En cuanto a la población discapacitada se registran de 1.243 personas, de las cuales 541 son mujeres y 701 son hombres. PDM (2016).



*Figura 27.* Distribución Poblacional Municipio de El Tambo

Fuente: PDM (2016).

Tal como muestra la figura la gran mayoría de la población del municipio del Tambo pertenece a comunidades rurales y principalmente son de raza mestiza como es el caso de las que habitan en las veredas El Rosal y El Cóndor de municipio de la gallera, sin embargo, se cuenta con presencia de comunidades indígenas y afrodescendientes asentadas en diferentes veredas y corregimientos del municipio. PDM (2016).

La actividad agrícola representa el eje central de la economía del municipio del Tambo, razón por la cual las actividades económicas desarrolladas por las comunidades de las veredas de El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera giran en torno a la agricultura de subsistencia relacionada con cultivos de pan coger y en torno a las actividades pecuarias como la ganadería y el manejo de cerdos, gallinas y cuyes para el autoabastecimiento. PNNC (2018).

### 9.3.2 Infraestructura vial.

El Municipio de El Tambo cuenta con 880.9 kilómetros de vías, de los cuales 81 corresponden a la red vial primaria a cargo de la Nación, 315 a la red vial secundaria a cargo del departamento y 484,9 corresponden a vías terciarias, de las cuales 322.5 km están a cargo del municipio y los 162.4 km restantes a cargo de la Nación. Plan de Desarrollo Municipal de El Tambo (PDM, 2016).

De los 81 kilómetros de la red vial primaria del municipio de El Tambo, la carretera Popayán - El Tambo - Munchique tiene un total de 59 kilómetros, el estado actual de la mayor parte del tramo se encuentra en condiciones regulares y solo 30 kilómetros están pavimentados (Tabla 12). PDM (2016).

Tabla 12. *Red Vial Primaria Municipio de El Tambo*

Nombre de la vía	Longitud total (km)	Tipo de superficie (Km)				
		P	A	E	P.H	T
Popayán - Tambo - Munchique	59	30	29			
El Hato - El Tablón	22		22			
Total	81	30	51			

En la columna **Tipo de superficie** la letra **P** significa Pavimentada, la **A** significa Afirmada, la **E** significa Empedrada, **P.H** significa Placa Huella y la letra **T** significa Tierra.

Fuente: PDM (2016).

En cuanto a la red vial secundaria del municipio de El tambo, de los 315 km que la conforman ninguno se encuentra pavimentado y 13 son totalmente en tierra (Tabla 13); finalmente de los 322.5 kilómetros de red vial terciaria que están a cargo del municipio 202,1 km se encuentran en buen estado. PDM (2016).

Tabla 13. *Red Vial Secundaria Municipio de El Tambo*

Nombre de la vía	Longitud total (km)	Tipo de superficie (Km)				
		P	A	E	P.H	T
Cruce Ruta 20 - Cuatro Esquinas - Navarro	62		62			
El Tambo Km 63 - Uribe - La Gallera - Vista Hermosa	90		90			
Cruce Ruta 20 -Pandiguando - La Paz - La Paloma - Tuya es Colombia	71		60			11
Cañagria - Monterredondo	10		10			
El Tambo Km 1 – La Laja - Chisquío Chapa - Cruce Ruta 2.001	20		18			2
Cruce Ruta 2.001 - Huisito - Río Claro	42		42			
Monterredondo - Los Anayes - Seguengue - El Rosario	20		20			
Total	315		302			13

En la columna **Tipo de superficie** la letra **P** significa Pavimentada, la **A** significa Afirmada, la **E** significa Empedrada, **P.H** significa Placa Huella y la letra **T** significa Tierra

Fuente: PDM (2016).

La única vía de acceso vehicular para desplazarse hasta el corregimiento de la Gallera desde el municipio del Tambo corresponde a una carretera secundaria con un tramo de 90 kilómetros de los cuales 65 se encuentran en mal estado y el resto en regular. PDM (2016).

### 9.3.3 Servicios públicos.

El área urbana del municipio de El Tambo cuenta con una empresa que presta los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo llamada EMTAMBO; la zona rural del municipio cuenta con el servicio de pequeños acueductos interveredales que abarcan solamente algunas de las veredas del municipio, las demás como es el caso de las veredas El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera no cuentan con servicio de acueducto. Cabe resaltar que no todos tienen planta de tratamiento y algunos se encuentran en mal estado (Tabla 14). Es importante mencionar que en la actualidad el 64% de los usuarios del servicio de acueducto del municipio no cuentan con agua potable. PDM (2016).

Tabla 14. *Acueductos Interveredales del Municipio de El Tambo*

Veredas	Planta de tratamiento	Estado		
		B	R	M
Los cedros	Si	x		
Rio sucio - Anayes - Seguengue	No	x		
Pandiguando - Piagua	Si	x		
Chisquio – Monterredondo	En construcción	x		
Magines - Cuatro esquinas	Si		x	
Retiro – Bojoleo	No			x
Navarro - Limón - Mirringa	No			x
Cachimbo - Cabuyal	No			

En la columna **Estado** la letra **B** significa Bueno, la **R** Regular y la **M** Malo

Fuente: PDM (2016).

El servicio público de alcantarillado y aseo solo se presta en el área urbana del municipio; sin embargo, en la zona rural se cuenta con algunos sistemas de alcantarillado aunque no todos cuentan con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; en este sentido solo el 55% de las aguas servidas del municipio reciben tratamiento y solo el 41% de los usuarios del servicio de alcantarillado municipal reciben el servicio de aseo y recolección de basuras. PDM (2016). La falta de cobertura en el servicio de alcantarillado y la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales y de saneamiento básico especialmente en la zona rural como es el caso de las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera ocasiona que su destino final continúe siendo las fuentes hídricas. PNNC (2018).

En cuanto al servicio público de energía la Empresa Compañía Energética de Occidente es la encargada de prestarlo y actualmente su cobertura municipal es del 72%; cabe mencionar que el servicio de alumbrado público del municipio de El Tambo es deficiente ya que los equipos con que cuenta el sistema son obsoletos y constantemente presentan fallas por lo cual su mantenimiento resulta bastante costoso. Las localidades que cuentan con el servicio público de energía son la cabecera municipal y las veredas Piagua, El Zarzal, Cuatro Esquinas, Uribe, La Florida y Fondas. PDM (2016). El resto de la población rural incluida las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera no cuentan con servicio de Energía; esta situación sumado a componentes culturales son determinantes para que estas comunidades utilicen la leña como fuente energética para la cocción de sus alimentos generando no solo presiones a las coberturas vegetales sino también emisiones atmosféricas principalmente de CO<sub>2</sub> que contaminan el aire y que además representan un riesgo para su salud.

#### **9.3.4 Salud.**

En el municipio del Tambo la prestación del servicio de salud está a cargo de la Empresa Social del Estado Hospital de El Tambo Cauca, la cual es una Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPS) de primer nivel que atiende al 100% de la población que hace parte del régimen subsidiado al cual pertenecen 43.835 habitantes, así como también a la población que pertenece al régimen contributivo que corresponde a 1.210 habitantes. En la zona rural el municipio cuenta con 18 puestos de salud los cuales se encuentran en estado regular y uno ellos se encuentran

ubicados en el corregimiento de la Gallera el cual es atendido solo por una auxiliar de enfermería y está dotado únicamente con dos camillas y utensilios básicos para la atención primaria por lo que la prestación del servicio de salud para los habitantes de sus veredas especialmente las de El Rosal y El tambo es ineficiente. PDM (2016).

Para el año 2015 la segunda causa de morbilidad por consulta externa dentro de la población infantil menor de 5 años fue la parasitosis intestinal con un 10.1%, seguido por la gastroenteritis con el 7%; la primer causa fue la rinofaringitis aguda (resfriado común) con un 13.5% (Tabla 15). PDM (2016).

Tabla 15. *Causas de Morbilidad en Menores de 5 Años en el Municipio de El Tambo*

<b>Causa</b>	<b>%</b>
Rinofaringitis aguda (resfriado común)	13.5
Parasitosis intestinal	10.1
Gastroenteritis	7
Infección de vías urinarias	1.9
Otros dolores abdominales no especificados	1%

Fuente: PDM (2016).

La información de la tabla 15 evidencia que la falta de suministro de agua potable ocasiona afectaciones a la salud de las comunidades, principalmente las que se encuentran ubicadas en la zona rural del municipio y que no cuentan con el servicio de acueducto como es el caso de la vereda El rosal y el Cóndor, ya que este tipo de enfermedades como la gastroenteritis y la parasitosis intestinal se encuentran asociadas principalmente al consumo de agua contaminada.

La elaboración de la línea base del área de influencia del Proyecto REP del PNN Munchique permitió identificar los impactos ambientales generados por las diferentes actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que ocupan el área protegida, principalmente aquellas que habitan en las veredas El Rosal y El Cóndor pertenecientes al corregimiento de la Gallera, zona en la cual se vienen realizando las actividades de implementación bajo el marco del proyecto REP; estas implementaciones pretenden mitigar dichos impactos especialmente aquellos relacionadas con la contaminación de las fuentes hídricas por vertimiento de aguas residuales, específicamente aquellas que hacen parte la subcuenca del río san Joaquín a la cual pertenecen las veredas del El Rosal y El Cóndor y que es la subcuenca del PNN Munchique que mayor afectación presenta dentro del área protegida; así como también aquellas relacionadas con las presiones ejercidas sobre las coberturas vegetales a causa del leñateo para la utilización de leña como fuente energética para la cocción de alimentos.

Por otra parte la línea base también permitió tener un acercamiento a las condiciones y características socioeconómicas que presentan las comunidades que ocupan el PNN Munchique, específicamente aquellas que hacen parte del área de influencia del proyecto REP, es decir las que habitan en las veredas de El Rosal y El Cóndor, cuyas condiciones de vida están sustentadas bajo situaciones de pobreza y de exclusión social por parte del Estado, las cuales finalmente determinan sus condiciones de vida; una de estas condiciones está relacionada con el consumo de agua no potable y las afectaciones que esto ocasiona en su calidad de vida, especialmente en lo relacionado a la salud. Las implementaciones realizadas bajo el marco del proyecto REP pretenden mejorar las condiciones de la calidad de vida de esta población en relación con la disminución del riesgo a la salud por consumo de agua sin ningún tipo de tratamiento y por la exposición directa a los humos generados por la combustión incompleta de leña durante la cocción de alimentos.

#### 9.4 Matriz de identificación de impactos ambientales

Componente	Impacto	Actividad			
		Vertimiento de aguas residuales domesticas	Leñateo	Combustión de Leña	Transformación de las coberturas vegetales
Agua	Alteración de la calidad del agua	x			
Aire	Generación de material particulado			x	
	Generación de CO2 y otros gases			x	
	Deterioro de la calidad el aire			x	
Fauna	Alteración del hábitat natural	x	x		x
	Disminución de la diversidad faunística	x			x
Flora	Disminución de la diversidad florística		x		x
	Alteración del paisaje		x		x
Suelo	Erosión				x

Elaboración propia



### 9.5 Matriz de caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto REP

Comunidad	Servicios Públicos				Actividad económica		Combustible para cocción alimentos	
	Acueducto	Alcantarillado	Energía	Salud	Agrícola	Pecuaria	Leña	Otro
Vereda El Rosal	NC	NC	NC	D	SI	SI	X	
Vereda El Cóndor	NC	NC	NC	D	SI	SI	X	

NC: No Cuenta    D: Deficiente

Elaboración propia

**10. Propuesta de plan de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP del PNN  
Munchique**



## 10.1 Introducción

Esta propuesta de plan de monitoreo pretende ser la herramienta a través de la cual se mida y evalúe el impacto de las implementaciones que se vienen ejecutando en el marco del proyecto REP del PNN Munchique en términos de la mitigación de los impactos ambientales que generan las actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que ocupan el PNN Munchique, específicamente en lo relacionado a la contaminación de las fuentes hídricas a causa del vertimiento de aguas residuales debido a la carencia de sistemas de tratamiento y saneamiento básico, así como lo referente a la presión ejercida sobre las coberturas vegetales por el uso de leña para la cocción de alimentos. Además, pretende ser la herramienta que permita medir el impacto de las implementaciones en términos del mejoramiento de la calidad de vida de la población relacionado con la disminución del riesgo a la salud representado por el consumo de agua sin ningún tipo de tratamiento.

El contexto bajo el cual se viene desarrollando el proyecto REP del PNN Munchique y que fue determinado mediante la descripción de los factores biofísicos y socioeconómicos realizado en la línea base, representa el marco de referencia para la construcción de esta propuesta. La línea base permitió evidenciar las condiciones socioeconómicas de la población que se encuentra ubicada dentro del área de influencia del proyecto REP y que se caracterizan por una economía basada en el uso del suelo y de los recursos naturales para desarrollar principalmente actividades agrícolas y pecuarias, así como también por la falta de cobertura de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y de saneamiento básico tales como plantas de tratamiento para la potabilización del agua y para el manejo de aguas residuales, lo cual impacta de manera negativa tanto al medio ambiente como a la salud de la población. De igual manera la línea base permitió identificar el tipo de ecosistemas y componentes ambientales que se están impactando a causa de las diferentes actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que ocupan el PNN Munchique.

## **10.2 Objetivos del plan de monitoreo**

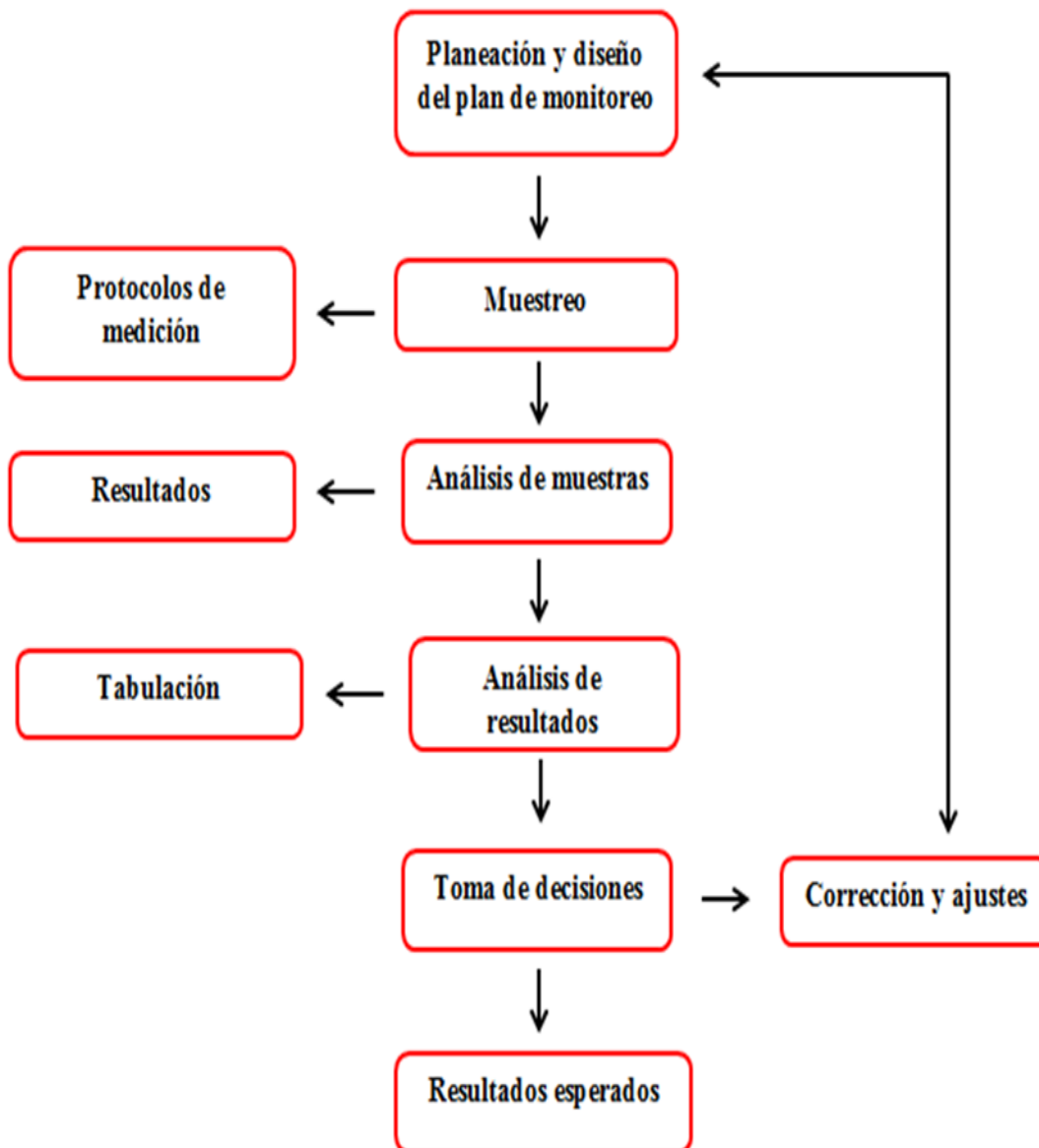
### **10.2.1 General.**

- Diseñar un plan de monitoreo para las implementaciones ejecutadas en el marco del proyecto REP del PNN Munchique.

### **10.2.2 Específicos.**

- Establecer un protocolo para medición de la calidad del agua destinada al consumo y de las aguas residuales.
- Establecer un protocolo de medición para estimar el consumo de leña.
- Establecer un protocolo de registro y control para la ocurrencia de afectaciones a la salud por enfermedades asociadas al consumo de agua.

### 10.3 Organigrama plan de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP



Elaboración propia

## **10.4 Protocolo de monitoreo para las implementaciones del proyecto REP**

Este protocolo de monitoreo establece los procedimientos metodológicos requeridos para el análisis de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de la calidad del agua destinada al consumo y de las aguas residuales de cada uno de los siete predios que hasta el momento cuentan con las implementaciones que se vienen ejecutando en el marco del proyecto REP. Este protocolo pretende medir y evaluar la efectividad de este tipo de implementaciones en términos de la mitigación de los impactos ambientales ocasionados por el vertimiento de aguas residuales domésticas y por el uso de leña para la cocción de alimentos; por otra parte también pretende medir el impacto socioeconómico en términos de la reducción de las afectaciones a la salud asociadas al consumo de agua no tratada.

### **10.4.1 Monitoreo de aguas.**

Las variables a monitorear corresponden a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tanto de las aguas residuales domésticas, como del agua destinada al consumo.

#### ***10.4.1.1 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aguas residuales domésticas.***

Los parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad de las aguas residuales domesticas se determinaron tomando en cuenta las directrices del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007) en cuanto a los parámetros mínimos que se deben medir para evaluar la calidad de las aguas residuales de baja complejidad el cual aplica para el caso del proyecto REP debido a que la población es menor a 2500 habitantes y su capacidad económica es baja RAS (2000). Los parámetros fisicoquímicos a monitorear para el análisis del agua residual doméstica se detallan en la tabla 16.

Tabla 16 *Parámetros Fisicoquímicos a Monitorear Agua Residual Domestica*

<b>Parámetros fisicoquímicos a monitorear</b>	<b>Unidades</b>
Oxígeno disuelto	mg/l
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>
Solidos suspendidos	mg/l
DQO	mg/l O <sub>2</sub>
Nitrógeno total	mg/l N
Fosforo total	mg/l P
PH	Unidades
Temperatura	°C

Fuente: IDEAM (2007).

En cuanto a los parámetros microbiológicos el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico no contempla la medición ni de Coliformes Fecales ni Totales para las aguas residuales de sistemas de baja complejidad RAS (2000), lo cual aplica para el caso del proyecto REP.

#### ***10.4.1.2 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos agua destinada al consumo.***

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el agua destinada al consumo se determinaron tomando en cuenta los lineamientos del Instituto Nacional de Salud (INS, 2011) referente a la instrucciones para la toma de muestras de agua para consumo humano, así como lo estipulado en el Decreto 475 de 1998 “Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable” en lo referente al concepto de agua segura: “Es aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas en el presente decreto, puede ser consumida sin riesgo para la

salud humana”. Es el tipo de agua que se espera obtener mediante el tratamiento con los filtros purificadores ya que estos no corresponden propiamente a un sistema complejo de potabilización sino más bien a una alternativa de manejo y purificación de agua para comunidades rurales. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a monitorear se detallan en la tabla 17.

Tabla 17 *Parámetros Fisicoquímicos a Monitorear Agua de Consumo*

<b>Parámetros fisicoquímicos a monitorear</b>	<b>Unidades</b>
Olor	Aceptable
Sabor	Aceptable
Turbiedad	UNT
PH	Unidades
Temperatura	<sup>0</sup> C
Solidos Totales	mg/l
Conductividad	microsiemens/cm
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Oxígeno disuelto	mg/l
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>
DQO	mg/l O <sub>2</sub>
<b>Parámetros microbiológicos a monitorear</b>	<b>Unidades</b>
Coliformes totales	UFC/100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	UFC/100 cm <sup>3</sup>

Fuente: INS (2011).



#### **10.4.1.3 Sitios de muestreo.**

Los sitios de muestreo corresponden a los siete predios que a la fecha cuentan con las implementaciones los cuales se encuentran ubicados en las veredas de El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera, municipio del Tambo (Tabla 18).

Tabla 18. *Sitios de Muestreo*

<b>Número del predio</b>	<b>Nombre del Predio</b>	<b>Ubicación</b>
1	El recuerdo	Vereda El Rosal
2	Montañita	Vereda El Rosal
3	El diviso	Vereda El Rosal
4	Los naranjos	Vereda El Rosal
5	Primavera	Vereda El Cóndor
6	Loma corta	Vereda El Cóndor
7	Sopladero	Vereda El Cóndor

Fuente: El autor

#### **10.4.1.4 Frecuencia.**

La frecuencia para el monitoreo de la variables fisicoquímicas y microbiológicas se realizaran de manera bimestral, lo anterior tomando como base lo estipulado en el artículo 22 del Decreto 475/98 el cual dictamina que las acciones de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano para poblaciones menores a 2500 habitantes debe realizarse de manera bimestral.

#### ***10.4.1.5 Recolección y preservación de muestras.***

##### *10.4.1.5.1 Tipo de muestra.*

El tipo de muestra requerido para el monitoreo de las variables fisicoquímicas y microbiológicas tanto de las aguas residuales como de consumo, corresponden a muestras simples, también llamadas muestras puntuales las cuales se utilizan cuando solo se requiere conocer las condiciones del agua para un tiempo y lugar específico y que por lo general la composición del vertimiento es relativamente constante. Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (CDSSA, 2010).

##### *10.4.1.5.2 Recipientes para las muestras.*

Los recipientes para la toma de muestras pueden ser plásticos (Polietileno, policarbonato) o de vidrio (debe ser neutro) y deben estar previamente lavados para evitar la contaminación de la muestra. Los recipientes para análisis fisicoquímicos deben tener una capacidad mínima de 1 litro y la tapa debe ser de rosca para dar mayor seguridad a la muestra; para análisis microbiológicos los recipientes deben tener una capacidad mínima de 300 ml. (INS, 2011).

#### ***10.4.1.6 Cadena de custodia.***

Desde la recolección de la muestra hasta el reporte de los datos es necesario asegurar la integridad de la muestra por lo cual deben seguirse por lo menos con los siguientes procedimientos:

##### *10.4.1.6.1 Rotulación.*

Consiste en la marcación de los recipientes que van a contener la muestra a fin de evitar confusiones; se recomienda el uso de cinta de enmascarar como etiqueta la cual debe llevar la fecha, hora, sitio de muestreo y nombre del colector.

#### *10.4.1.6.2 Carta de custodia.*

Corresponde al proceso de control y vigilancia de las muestras de agua obtenidas durante el monitoreo permitiendo garantizar la integridad de la muestra desde la toma hasta el reporte final de resultados. CDSSA (2010). Esta carta debe contener toda la información referente a la muestra tal como número de muestra, colector, fecha, hora y sitio de muestreo, tipo de muestra, así como la fecha de envío al laboratorio.

#### *10.4.1.6.3 Hoja de remisión de muestras.*

Las muestras enviadas al laboratorio deben ir con una hoja de remisión que contenga la información del responsable de la muestra así como también de la persona que recibe la muestra en el del laboratorio a donde se remite y la fecha de remisión.

#### *10.4.1.6.4 Transporte de la muestra al laboratorio.*

Las muestras deben ser enviadas al laboratorio en el menor tiempo posible y respetando los límites de tiempo de preservación según el tipo de variable que se vaya a analizar con la muestra.

#### *10.4.1.6.5 Análisis de muestras.*

El supervisor o analista del laboratorio son responsables de la custodia y cuidado de la muestra.

#### *10.4.1.7 Toma de muestras.*

Para el análisis fisicoquímico de las aguas residuales se tomaran muestras del agua que sale del fregadero y del efluente que resulta después de haber sido sometida a tratamiento mediante las trampas de grasa con el fin de contrastar los resultados y así poder evaluar la efectividad de esta implementación en términos del mejoramiento de la calidad del agua residual. Para el

monitoreo de la calidad del agua destinada al consumo se tomaran muestras del agua almacenada en los tanques proveniente de la fuente hídrica así como también después de haber sido sometida al tratamiento mediante los filtros purificadores con el fin de contrastar los resultados y así poder evaluar la efectividad de esta implementación en términos del mejoramiento de la calidad de agua destinada al consumo. El protocolo para la toma de muestras se detalla en la Ficha 1.

Ficha 1. *Protocolo Para Toma de Muestras de Aguas*

Variable	Volumen mínimo de la muestra (ml)	Técnica de preservación	Tiempo máximo de preservación
Olor	500	Analizar tan pronto como sea posible, refrigerar de 2-5 °C	6 horas
Sabor	500	Analizar tan pronto como sea posible, refrigerar de 2-5 °C	24 horas
Turbiedad	100	Analizar el mismo día refrigerar de 2-5 °C	48 horas
PH	50	Analizar inmediatamente	15 minutos
Sólidos Suspendidos	N/A	Refrigerar de 2-5 °C	7 días
Conductividad	500	Refrigerar de 2-5 °C	28 días
Temperatura	N/A	Analizar inmediatamente	15 minutos
Dureza	100	Adicionar HNO <sub>3</sub> a PH < 2	6 meses
Oxígeno disuelto	300	Analizar inmediatamente, puede retrasarse la titulación después de la acidificación	8 horas
DBO <sub>5</sub>	1000	Refrigerada	48 horas
DQO	100	adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a PH < 2, Refrigerar de 2-5 °C	28 días
Nitrógeno total	500	adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a PH < 2, Refrigerar de 2-5 °C	28 días
Fosforo total		adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a PH < 2, Refrigerar de 2-5 °C	28 días
Coliformes totales	100	Refrigerar de 2-5 °C	30 horas
Coliformes fecales	100	Refrigerar de 2-5 °C	30 horas

Fuente: IDEAM (2007) / INS (2011).

Ficha 2. *Ficha Técnica Cadena de Custodia de Muestras de Agua*

<b>Información del responsable de la muestra</b>											
Nombre:	Cargo:										
<b>Datos generales de la muestra</b>											
Fecha de la toma:	Hora de la toma:										
Tipo de agua                      Residual <input type="checkbox"/> De consumo <input type="checkbox"/>											
Tipo de análisis Físicoquímico <input type="checkbox"/> Microbiológico <input type="checkbox"/>											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 40%;">Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Análisis in situ</td> <td style="text-align: center;">PH</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Temperatura 0C</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Turbiedad (UNT)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Resultado	Análisis in situ	PH		Temperatura 0C		Turbiedad (UNT)	
		Resultado									
Análisis in situ	PH										
	Temperatura 0C										
	Turbiedad (UNT)										
Observaciones:											
<b>Localización del punto de la toma</b>											
Sitio de muestreo:	Vereda:										
Coordenadas geográficas:											
<b>Recepción de muestra en laboratorio</b>											
Fecha de recepción:	Hora de recepción:										
Código asignado a la muestra:											
Nombre de quien entrega:	Firma:										
Nombre de quien recibe:	Firma:										

Fuente: INS (2011).

Ficha 3. *Formato de Etiqueta Para Rotulación de las Muestras*

<b>Etiquetas para muestras de agua</b>				
Fecha:		Hora:		
Localización:		Sitio de muestreo:		
Tipo de muestra:	Simple <input type="checkbox"/>	Compuesta: <input type="checkbox"/>		
Conductividad:		PH		
Tipo de análisis	Fisicoquímico: <input type="checkbox"/>	Microbiológico: <input type="checkbox"/>		
Responsable:		Teléfono:		

Fuente: CDSSA (2010).

Ficha 4. *Ficha de Ingreso de Muestra al Laboratorio*

<b>Formato de ingreso de muestras al laboratorio</b>				
Ciudad:				
Nombre de quien la entrega:				
Nombre de quien la recibe:				
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Código:</b>	<b>Exámenes:</b>	<b>Observación:</b>

Fuente: CDSSA (2010).

### 10.4.2 Monitoreo del impacto socioeconómico.

Mediante la implementación de los filtros purificadores de agua se espera mitigar el riesgo a la salud que representa el consumo de agua no tratada, en este sentido la ficha de registro y monitoreo de afectaciones a la salud por enfermedades asociadas al consumo de agua (Ficha 5) específicamente la diarrea, el vómito y los dolores abdominales, la cual se presenta a continuación es la herramienta que permite medir la reducción o no de estas afectaciones a la salud en las comunidades pertenecientes a las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera, con el objetivo de poder evaluar la eficacia de esta implementación en términos del mejoramiento de la calidad de vida de la población. Cabe resaltar que esta ficha de registro también debe ser diligenciada en predios que no cuenten aun con la implementación de filtros purificadores a fin de comparar los resultados y así poder evaluar de manera acertada la eficacia o no de esta implementación.

Ficha 5. *Ficha de Registro y Monitoreo de Afectaciones a la Salud*

Fecha del evento	Nombre del predio	Vereda	Afectación presentada			Sexo		Edad
			Diarrea	Vomito	Dolor abdominal	F	M	

Elaboración propia

### 10.4.3 Monitoreo del consumo de leña.

El impacto ejercido sobre las coberturas vegetales a causa del uso de leña como fuente energética para la cocción de alimentos pretende ser mitigada mediante la implementación de biodigestores y estufas eficientes. Teniendo en cuenta que las comunidades de las veredas de El Córdor y El Rosal no cuentan con equipos de pesaje o medición que permitan calcular la cantidad de leña que consumen para la preparación de sus alimentos, la metodología que se propone a continuación permite utilizar los elementos y recursos con que se cuentan en campo y que además son de fácil manejo, con el fin de poder estimar el consumo mensual de leña.

La metodología consiste básicamente en el establecimiento de un contenedor en forma de cubo para almacenar la leña (Figura 28) cuya longitud para cada uno de sus lados es de 1 metro lo cual permite obtener un contenedor de leña cuyo volumen es igual a  $1\text{m}^3$ . Esta metodología permite estimar el consumo de leña de cada uno de los predios en  $\text{m}^3$ . El consumo mensual de leña de cada predio será registrado en la ficha de registro y monitoreo del consumo de leña (Ficha 6) a través de la cual serán registrados los datos obtenidos y que serán los que permitirán estimar la reducción o no del consumo de leña y así poder evaluar la efectividad de estas implementaciones en términos de la mitigación de las presiones ejercidas sobre las coberturas vegetales a causa del leñateo.



*Figura 28.* Contenedor de Leña

Fuente: El autor.



Ficha 6. *Ficha de Seguimiento y Monitoreo del Consumo de Leña*

Año ( )					
Mes	Nombre del predio	Vereda	Tipo de implementación utilizada y/o combustible		Consumo de leña (m <sup>3</sup> )
			Estufa eficiente	Biogás	
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					

Elaboración propia.

Es importante resaltar que esta metodología debe ser aplicada en otros predios de las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera, que no cuenten aun con la implementación de estufas eficientes ni de biodigestores, a fin de comparar los resultados y así poder evaluar de manera acertada la eficacia o no de estas implementaciones en términos de la reducción del consumo de leña.

#### 10.4.4 Materiales y equipos.

El PNN Munchique cuenta con una sonda multiparametrica hydrolab hl4 con la cual serán medidos los parámetros de las muestras de agua que se pueden tomar en campo y que no requieren análisis de laboratorio; es importante que este equipo se encuentre debidamente calibrado para evitar errores en los datos. Otros materiales y equipos también son necesarios para la realización del monitoreo como los que se detallan en la tabla 19.

Tabla 19. *Materiales y Equipos para el Monitoreo de Aguas*

Materiales	Equipos
Libreta de campo	Cámara fotográfica
Marcadores para el rotulado de muestras	Bombas
Cinta de enmascarar	Muestreadores múltiples
Bolsas plásticas	GPS
Guantes	Sonda multiparametro
Botas de seguridad	
Gorra	
Reactivos para preservación de muestras	
Agua destilada	
Neveras portátiles	
Frascos para toma de muestras	
Botiquín de primeros auxilios	
Soga	
Tijeras	
Linterna	
Repelente	

Fuente: IDEAM (2007).

#### **10.4.5 Personal.**

Las muestras de agua serán tomadas por los funcionarios del PNN Munchique encargados del programa de monitoreo del área protegida en cabeza de la bióloga Ana Maya. Los datos en las Ficha de Registro y Monitoreo de Afectaciones a la Salud y de la Ficha de seguimiento y Monitoreo del consumo de leña serán diligenciados por los miembros de la comunidad y su registro y tabulación estarán bajo responsabilidad de la líder del proyecto REP la Ingeniera Martha Muñoz.

#### **10.4.6 Análisis de resultados.**

El análisis de los datos obtenidos permitirá evaluar la efectividad de las implementaciones ejecutadas en el marco del proyecto REP en términos de la mitigación de los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que ocupan el PNN Munchique, específicamente las que habitan en las veredas El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera.

#### **10.4.7 Toma de decisiones.**

Los resultados que se obtengan mediante la aplicación de este protocolo de monitoreo permitirá la toma de decisiones al equipo del PNN Munchique en términos de los ajustes y correcciones que se requieran para fortalecer el programa de monitoreo de las implementaciones contempladas bajo el marco del proyecto REP.

## 11. Conclusiones

Las estrategias metodológicas propuestas permitieron el logro de los objetivos planteados, los cuales tienen que ver con la identificación de los impactos ambientales que generan las diferentes actividades antrópicas que desarrollan las comunidades que ocupan el PNN Munchique, especialmente las que habitan en las veredas de El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera, área de influencia del proyecto REP y que están relacionadas principalmente con actividades de tipo agrícola y pecuario que estas realizan para su sustento económico.

La aplicación de las técnicas metodológicas permitieron identificar las condiciones socioeconómicas de las comunidades que ocupan el PNN Munchique, especialmente de aquellas que habitan las veredas de El Rosal y El Cóndor del corregimiento de la Gallera las cuales se caracterizan por situaciones de pobreza, subdesarrollo y de exclusión social por parte del Estado haciéndose muy notorias principalmente por la carencia de los servicios públicos básicos, necesarios para una óptima calidad de vida.

La línea base es producto de la identificación de los impactos ambientales y de las características socioeconómicas que se presentan en el área de influencia del proyecto REP del PNN Munchique y constituye el marco de referencia bajo el cual se diseñó la propuesta del plan de monitoreo para las actividades de implementación del proyecto REP.

## **12. Recomendaciones**

Para lograr medir y evaluar de manera eficaz la efectividad de las implementaciones que se vienen desarrollando en el marco del proyecto REP, es necesario cumplir estrictamente con los procedimientos y métodos establecidos en los protocolos que hacen parte de la propuesta del plan de monitoreo.


La participación comunitaria es clave para el logro de los objetivos planteados por el proyecto REP, por lo cual se recomienda fortalecer las jornadas de capacitación comunitaria por parte de los funcionarios del PNN Munchique, en todos los aspectos relacionados con las actividades de implementación que se vienen ejecutando en el marco del proyecto.


### 13. Anexos


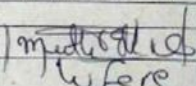
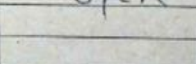
#### 13.1 Salidas de campo



## 13.2 Reuniones con funcionarios del PNN Munchique

 <p>Parques Nacionales Naturales de Colombia</p>	ACTA DE REUNIÓN	Código: GANF-FO-05
		Versión: 2
		Vigente desde: 26/10/2011
No Acta:	Dependencia: PNN Munchique	Fecha: día/mes/año 03/08/2018
<b>EQUIPO DE TRABAJO:</b>		
Luis Fernando Rentería - UNAD Ana María Maya Giron - PNN Munchique		
<b>OBJETIVO DE LA REUNIÓN:</b>		
Estructurar propuesta de diseño de protocolo de monitoreo de las implementaciones del proyecto de Unión Europea.		
<b>TEMAS A TRATAR:</b>		
1. Determinar parámetros para monitoreo de las implementaciones de agua y consumo de leña.		
2.		
3.		
<b>RESUMEN TEMAS TRATADOS:</b>		
No. Tema	Resumen	
1.	Se plantea realizar mediciones del agua antes de su recolección en los filtros de tres canchales y después de estos, además de tomar una muestra de agua antes y después del filtro de mesa. Estas mediciones se plantean para determinar si hay una mejora en la calidad del agua para consumo y por lo tanto un mejoramiento en la calidad de vida de los beneficiarios.	
2.	También se plantea las mediciones del agua en el circuito de trampa-grasa para determinar si hay una reducción de carga de contaminantes a fuentes hídricas. En cuanto al consumo de leña se determina la medición a partir de la ubicación de la leña empleada para la hornilla ahorradora. Se plantea además diseñar dos encuestas para determinar por parte de los beneficiarios si hay una reducción en la frecuencia de las enfermedades causadas por consumo de agua y de enfermedades respiratorias causadas por el humo de la leña.	
3.		

		<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Versión: 2
				Vigente desde 26/10/2011
No Acta:	Dependencia:	PNN Munchique		Fecha (dd/mm/aaaa): 10/10/2018
<b>EQUIPO DE TRABAJO:</b>				
Luis Fernando Rentería - UNAD Martha Elena Muñoz - PNN Munchique Ana María Maya Girón - PNN Munchique				
<b>OBJETIVO DE LA REUNIÓN:</b>				
Revisión y planeación de diseño del monitoreo de implementaciones del proyecto de Unión Europea.				
<b>TEMAS A TRATAR:</b>				
1. Revisar información en relación a tipos de análisis de recurso hídrico 2. Planear actividades de trabajo				
<b>RESUMEN TEMAS TRATADOS:</b>				
No Tema	Resumen			
1	Se revisó la información obtenida por Luis Rentería en relación a la calidad de aguas, al monitoreo a procesos de restauración ecológica, perspectivas sociales de la restauración, la resolución N°2115 de 2007 y protocolo de toma de muestras de aguas residuales.			
2	Se definió la búsqueda de información y el planteamiento del diseño del protocolo para el monitoreo de las implementaciones de Fitos canchales, trampas grasas y de la hornilla, por parte de cada uno de los asistentes a la reunión.			
<b>COMPROMISOS ADQUIRIDOS EN ESTA REUNIÓN</b>				
Actividad	Responsable de la ejecución	Fecha de Ejecución		
1. Diseño protocolo de monitoreo de los implementaciones del fitto de tres canchales, trampa grasa y hornilla	Todos	Octubre		

		<b>LISTA DE ASISTENCIA</b>			Código: GAINF FO 04		
					Versión: 3		
			Vigente desde dd/mm/aaaa: 03/10/2012				
<b>OBJETIVO DEL EVENTO</b>		<b>ENCARGADO DEL EVENTO</b>					
Revisar y ajustar documentos Trabajo de oficina "Linea base diseño plan de monitoreo actividades REP. en el PNN Munchique"		Nombre		Grupo, Oficina, Dirección Territorial o Área Protegida			
NOMBRE DEL CONFERENCISTA		Martha Muñoz		PNN Munchique			
LUGAR DE LA REUNIÓN		TIPO DE REUNIÓN:					
PNN Sub Sede Popayan		Video conferencia <input type="checkbox"/> Presencial <input type="checkbox"/>					
FECHA		HORA INICIO		HORA FIN			
28-12-2018		9:00 am		12:30 pm			
<b>PARTICIPANTES</b>							
No	NOMBRE Y APELLIDO	ENTIDAD, GRUPO O AREA FUNCIONAL, VEREDA U OTROS	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO	TIPO ASISTENCIA		FIRMA (Aplica para asistencia presencial)
					Presencial	Virtual	
1	Martha Elena Muñoz	PNN Munchique	marthaelena.munoz@naucl.com	3136400887	X		
2	Luis Fernando Rentería	UNAD	lfr@people.com	305507197	X		
3							
4							
5							
6							



#### 14. Referencias bibliográficas

- Aguilar, M., y Ramírez, W. (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. *Biodiversidad en la Práctica*, 1(1), 147-176. Recuperado de <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/50/50>
- Blacio, D., y Palacios, J. (s.f.). *Filtros lentos de arena*. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/751/1/ti878.pdf>
- Cerezo, L., y Fernández, A. (2011). *Manual de Planificación, Monitoreo y Evaluación*. Recuperado de <http://186.33.221.24/files/manual%20Monitoreo.pdf>
- Constitución política de Colombia. Recuperado de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>
- Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica. *Ley 165 del 94*. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1994-ley165-1994.pdf>
- Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (CDSSA). (2010). *Protocolo para la toma de muestras de aguas residuales*. Recuperado de [http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo\\_para\\_Toma\\_de\\_Muestras\\_de\\_Aguas\\_Residuales.pdf](http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo_para_Toma_de_Muestras_de_Aguas_Residuales.pdf)
- Corrales, E., y Torres, L. (2002). Sostenibilidad Agropecuaria y Sistemas de Producción Campesinos. Recuperado de <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/SOSTENIBILIDAD%20AGROPECUARIA.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_dic\\_2018.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_dic_2018.pdf)

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2017). *Instalación de estufas eficientes para vivienda rural*. Recuperado de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/estufas/PTestufas.pdf>
- Di Virgilio, M., y Solano, R. (2012). *Monitoreo y evaluación de políticas, programas y proyectos sociales*. Recuperado de <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1415.pdf>
- Ecodema. (s.f.). *Nota informativa sobre trampas de grasas*. Recuperado de [http://www.ecodena.com.mx/descargas/trampas\\_de\\_grasa\\_nota\\_mexico.pdf](http://www.ecodena.com.mx/descargas/trampas_de_grasa_nota_mexico.pdf)
- Escobar, G., y Ramírez, E. (2003). *Marco conceptual para la elaboración de un instrumento de Línea de Base de acceso a recursos naturales de poblaciones rurales*. Recuperado de [http://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/13591403506.pdf](http://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/13591403506.pdf)
- Faustino, J., y Jiménez, F. (2005). *Lineamientos para la elaboración de la línea de base para el manejo y cogestión de las subcuencas modelo*. Recuperado de [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8430/Lineamientos\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_la\\_linea\\_base.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8430/Lineamientos_para_la_elaboracion_de_la_linea_base.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fundación Natura. (2015). *Estufas eficientes de leña como contribución a la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de GEI en áreas rurales de Antioquia y Santander, Colombia*. Recuperado de <http://energiayambienteandina.net/pdf/NATURA%20-%20ESTUFAS%20EFICIENTES%20DE%20LE%C3%91A.pdf>
- Gómez, W. (2017). *Abastecimiento de agua potable en comunidades rurales en el chocó biogeográfico aplicación de tecnologías no convencionales* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/63114/1/1077432851.2017.pdf>
- Ibarra, N. (2016). *Análisis de Filtros Caseros como Técnica de Potabilización del Agua en el Sector Rural Colombiano*. Recuperado de

<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/6228/1/27722899.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). *Instructivo Para la Muestra de Aguas Residuales*. Recuperado de [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma\\_Muestras\\_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). *Protocolo para el Monitoreo y seguimiento del Agua*. Recuperado de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/ES/protocolo-para-monitoreo-y-seguimiento-del-agua-br>

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). (2016). *Biogás de residuos agropecuarios en la región de los ríos. Aspectos generales, experiencias y potencial de producción*. Recuperado de <https://www.goredelosrios.cl/wp-content/uploads/2018/01/Libro-Biogas-PRDSAP-Regi%C3%B3n-de-Los-R%C3%ADos.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2009). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca, Escala 1:100.000*. Recuperado de [ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00\\_shape\\_suelos/PROYECTO\\_DNP/MEMORIAS\\_SUELOS\\_OFICIALES/CAUCA/](ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/PROYECTO_DNP/MEMORIAS_SUELOS_OFICIALES/CAUCA/)

Instituto Nacional de Salud (INS). (2011). *Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio*. Recuperado de <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf>

Martí, J. (s.f.). *Biodigestores de bajo costo*. Recuperado de <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureBiodigestoresESP.pdf>

Martí, J. (2008). *Biodigestores familiares. Guía de diseño y manual de instalación*. Recuperado de <http://www.bivica.org/upload/biodigestores-familiares.pdf>

Ministerio de Agricultura del Perú. (2013). *Línea base social para el proyecto REDD y evaluación de impactos*. Recuperado de [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2995/Technical/Linea%20Base%20Social%20PDD-REDD%20RED-PD%2003311%20Rev.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2995/Technical/Linea%20Base%20Social%20PDD-REDD%20RED-PD%2003311%20Rev.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2015) *Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña*. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/mitigacion\\_/LINEAMIENTOS\\_ESTUFAS\\_MEJORADAS\\_PARA\\_COCCI%C3%93N\\_CON\\_LE%C3%91A.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/mitigacion_/LINEAMIENTOS_ESTUFAS_MEJORADAS_PARA_COCCI%C3%93N_CON_LE%C3%91A.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2015). *Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan\\_nacional\\_restauracion/PLAN\\_NACIONAL\\_DE\\_RESTAURACI%C3%93N\\_2.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACI%C3%93N_2.pdf)

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Resolución 1795 de 2011 por la cual se modifica la resolución No. 261 del 10 de febrero de 2010, modificada por resolución 2363 del 26 de noviembre de 2010, y se toman otras determinaciones*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2011/res\\_1795\\_060911.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2011/res_1795_060911.pdf)

Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2000). *Tratamiento de aguas residuales. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000*. Recuperado de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_e\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_e_.pdf)

Ministerio de Salud Pública. (1998). *Decreto 475 de 1998 por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable*. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud Pública. Recuperado de

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF)

Ministerio de la Protección Social - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Bogotá D.C.: Ministerio de la Protección Social - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF)

Municipio de El Tambo. (2018). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Recuperado de <http://www.eltambo-cauca.gov.co/planes/plan-basico-de-ordenamiento-territorial-el-tambo-c>

Municipio de El Tambo. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019 “Por El Tambo que Queremos” Educación, Desarrollo y Equidad*. Recuperado de <http://www.eltambo-cauca.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-20162019-por-el-tambo-que-queremos>

Murcia, C., y Guariguata, M. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: tendencias, necesidades, y oportunidades*. Recuperado de [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/occpapers/OP-107.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf)

Olaya, Y., y Gonzales, L. (2009). *Fundamentos para el diseño de biodigestores*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Agua*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). *Manual del Biogás*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. Recuperado de

[https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef\\_0000247647&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach\\_import\\_1d789121-19f2-41a2-95eb-d848cdf39fd0%3F%20%3D247647spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000247647/PDF/247647spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A345%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2Cnull%2Cnull%2C0%5D](https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000247647&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_1d789121-19f2-41a2-95eb-d848cdf39fd0%3F%20%3D247647spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000247647/PDF/247647spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A345%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2Cnull%2Cnull%2C0%5D)

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2006). *Filtro de Velas, Manual de Construcción, Uso y Mantenimiento*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsapi/e/proyectreg2/paises/colombia/filtro.pdf>

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2014). *Acuerdo de voluntades para la conformación de la mesa de concertación nacional entre organizaciones campesinas e instituciones para la formulación y gestión de la política pública participativa para la solución de conflictos territoriales en áreas del sistema de parques nacionales naturales de Colombia*. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/mesacampesinos/acuerdo/>

Parques Nacionales Naturales de Colombia. Parque Nacional Natural Munchique. (s.f). *Estrategia territorios saludables para la crianza de la vida: aplicación tecnológica de la estrategia*.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. Parque Nacional Natural Munchique. (2017). *Proyecto de Restauración Ecológica Participativa REP*

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2018). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Munchique*. Popayán, Colombia: Dirección Territorial Pacífico.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2009). *Sistema de Parques Nacionales Naturales*. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-de-parques-nacionales-naturales/>

- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2009). *Parque Nacional Natural Munchique*. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parque-nacional-natural-munchique/>
- Parra, D., Botero, M., y Botero, J. (2019). Biomasa residual pecuaria: revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos. *Revista UIS Ingenierías*, 18(1), 149-160. Recuperado de <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/download/8343/8558/>
- Pineda, C., y Guerrero, E. (2011). Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comidas rápidas de Pereira. *Scientia et Technica*, 1(47), 264-269. Recuperado de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/581/281>
- Pinzón, C. (2017). Implementación de biodigestores para el mejoramiento de la calidad de vida de las familias campesinas. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 3 (1), 88-96. Recuperado de [http://redbiolac.org/biblioteca/D\\_bdg\\_ideass\\_Marti.pdf](http://redbiolac.org/biblioteca/D_bdg_ideass_Marti.pdf)
- Ramírez, J., y Taborda, A. (2014). Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del oriente antioqueño. *Producción + Limpia*, 9(1), 99-114. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v9n1/v9n1a08.pdf>
- Rascón, A. (2007). *Metodología para la elaboración de la línea base y para la implementación de monitoreo biofísico y socioambiental de la cogestión de cuencas en América Central*. (tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3089>
- Sanzano, A., Hasán, A., Sosa, F., Hernández, C., Morandini, M., Rojas, H., Romero J., y Digonzelli, P. (2008). *Pérdidas de suelo por erosión hídrica con lluvia simulada en caña de azúcar con y sin cobertura de residuos*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/281067176\\_PERDIDAS\\_DE\\_SUELO\\_POR\\_EROSION\\_HIDRICA\\_CON\\_LLUVIA\\_SIMULADA\\_EN\\_CANA\\_DE\\_AZUCAR\\_CON\\_Y\\_SIN\\_COBERTURA\\_DE\\_RESIDUOS](https://www.researchgate.net/publication/281067176_PERDIDAS_DE_SUELO_POR_EROSION_HIDRICA_CON_LLUVIA_SIMULADA_EN_CANA_DE_AZUCAR_CON_Y_SIN_COBERTURA_DE_RESIDUOS)

- Soria, M., Ferrera, R., Etchevers, J., Alcántar, G., Trinidad, J., Borjes, L., y Pereyda, G. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *TERRA*, 19(4), 353-362. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319408.pdf>
- Speer W. (2010). *Avances y experiencias aprendidas en la implementación del modelo de cogestión de cuencas hidrográficas en la microcuenca del río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras*. (tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5385e/A5385e.pdf>
- Torres, C., García, C., García, J., García, M., y Pacheco, R. (2017). Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. *Revista de Salud Pública*, 19(4), 453-459. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v19n4/0124-0064-rsap-19-04-00453.pdf>
- Valencia, E., Silva, I., y Narváez, C. (2010). Sistemas Descentralizados Integrados y Sostenibles para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. *Revista Ingeniería y Región*, 7, 65-77. Recuperado de <https://www.journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/download/801/1540?inline=1>
- Vargas, O., Díaz, J., Reyes, S., y Gómez, P. (2012). *Guías Técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica#documentos>
- World Vision. (2004). *Manual de manejo de cuencas*. Recuperado de <https://www.actswithscience.com/Descargas/manual%20de%20manejo%20de%20cuencas.pdf>