



**Formulación de plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en área
de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Chingaza, Municipio de
Fómeque**

Laura Alejandra Giraldo Clavijo

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 17 de octubre de 2018.

Formulación de plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Chingaza, Municipio de Fómez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director: Guillermo Rizo Pinzón

Línea de Investigación:
Ingeniería para la sostenibilidad de sistemas naturales / Gestión para el desarrollo rural

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia

2018

Acta de sustentación

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

(Dedicatoria)

*A mi mamá, mi hermano, mi familia y todas las personas
que nunca dejaron de creer en mí y siempre me apoyaron.*

A la vida...

Agradecimientos

A la Universidad El Bosque, especialmente a los directivos del Programa de Ingeniería Ambiental porque siempre se preocuparon por mi bienestar integral.

A mi director de trabajo de grado, por la paciencia y el empeño que puso.

A la Doctora en Ciencias de Ingeniería Ambiental Diana Clavijo Rojas, por los consejos y aportes.

Al Ingeniero Alex Cartagena, por la buena voluntad.

A la comunidad del Municipio de Fómez.

Tabla de contenido

Resumen	18
Abstract	19
Introducción	20
Planteamiento del problema	21
Pregunta de investigación	22
Justificación	23
Objetivo general y específicos	24
Objetivo general	24
Objetivos específicos	24
Marco de referencia	25
Antecedentes y estado del arte	25
Marco geográfico	26
Marco económico.....	29
Marco histórico	30
Marco teórico	32
Marco conceptual.....	33
Marco normativo.....	35
Marco institucional	38
Metodología	40
Alcance.....	40
Enfoque	40
Técnicas e instrumentos	40
Plan de trabajo	44
Cronograma.....	44
Presupuesto	45
Responsables de las actividades programadas	46
Resultados y análisis de resultados	48

Objetivo 1: Identificar, delimitar y caracterizar el área de amortiguamiento apta para ser intervenida.....48

- Caracterización y diagnóstico global48
 - Áreas de amortiguación propuestas48
 - Precipitación media anual.....50
 - Temperatura media anual51
 - Ecosistemas.....52
 - Cobertura de la tierra53
 - Áreas protegidas54
 - Conflicto de uso.....55
- Identificación y principios de la zona amortiguadora56
 - Principio 1. Prevenir, mitigar y corregir las perturbaciones sobre el área protegida, y compensar los efectos de las presiones y sus problemas de configuración.57
 - Principio 2. Armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos del área protegida, articulando los diferentes procesos de ordenamiento y promoviendo modelos sostenibles de uso.....57
 - Principio 3. Aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos que conectan el área protegida con los complejos regionales de ecosistemas.59
- Delimitación y caracterización de la zona amortiguadora60
 - Precipitación61
 - Temperatura.....62
 - Suelos.....63
 - Ecosistemas.....64
 - Cobertura vegetal.....65
 - Áreas protegidas66
 - Zonificación del área propuesta.....67

Objetivo 2: Cuantificar espacialmente la deforestación que se ha dado en el área de amortiguamiento del PNN municipio durante los últimos 50 años.	68
• Cuantificación de la deforestación desde 1991 hasta el 2018.....	69
• Percepción social de la deforestación.....	74
Objetivo 3: Identificar sistemas agroforestales y silvo-pastoriles apropiados a las condiciones del lugar, como alternativa de producción.....	78
• Sistemas silvopastoriles.....	80
○ Banco forrajero	81
○ Cercas vivas	81
○ Árboles dispersos.....	82
• Sistema agroforestal	83
○ El tomate de árbol (Solanum betaceum).....	84
○ El cedro de tierra fría (Cedrela montana)	84
Objetivo general: Formular un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en zonas de amortiguación del PNN Chingaza en el municipio de Fómeque.	85
• Introducción.....	87
• Objetivos	88
○ Objetivo general:	88
○ Objetivos específicos:.....	88
• Ubicación de la zona amortiguadora	88
Figura 14. Diferentes áreas de amortiguación propuestas	89
• Uso anterior del terreno	90
• Condiciones bio-físicas del terreno	91
○ Precipitación	91
○ Temperatura.....	92
○ Suelos.....	92
○ Ecosistemas.....	92

○ Áreas prioritarias de conservación.....	92
● Características del proyecto, cronograma y presupuesto.	92
○ Reforestación de focos deforestados	93
○ Sistema silvopastoril.....	98
○ Sistema Agroforestal	108
● Beneficios de la implementación del plan.....	113
<i>Conclusiones</i>	115
<i>Recomendaciones</i>	117
<i>Referencias bibliográficas</i>	118
<i>Anexos</i>	123

Listado de Figuras

<i>Figura 1. Árbol de problemas</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2. Ubicación PNN Chingaza.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3. Función ecológica y zona amortiguadora propuesta.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4. Zonificación del municipio de Fómeque.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5. Marco institucional.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 6. Metodología objetivo 1.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 7. Áreas de amortiguación de PNN y Alcaldía.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 8. Precipitación media anual de Fómeque.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 9. Temperatura media anual de Fómeque</i>	<i>51</i>
<i>Figura 10. Ecosistemas generales.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 11. Cobertura de la tierra.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 12. Áreas protegidas en Fómeque</i>	<i>54</i>
<i>Figura 13. Conflictos de uso del suelo.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 14. Diferentes áreas de amortiguación propuestas</i>	<i>60</i>
<i>Figura 15. Precipitación media anual de la zona amortiguadora propuesta.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 16. Temperatura media anual de la zona amortiguadora</i>	<i>62</i>
<i>Figura 17. Suelos en el área amortiguadora propuesta.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 18. Ecosistemas en la zona amortiguadora.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 19. Cobertura de la tierra en la zona amortiguadora propuesta</i>	<i>65</i>
<i>Figura 20. Áreas protegidas en la zona amortiguadora propuesta</i>	<i>66</i>
<i>Figura 21. Zonas del área amortiguadora propuesta</i>	<i>67</i>
<i>Figura 22. Metodología objetivo 2.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 23. Cobertura boscosa tratada para la zona amortiguadora propuesta 1991.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 24. Cobertura boscosa tratada para la zona amortiguadora propuesta 2018.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 25. Focos de deforestación en el área amortiguadora propuesta 2018.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 26. Veredas donde habitan los entrevistado</i>	<i>74</i>
<i>Figura 27. Tiempo de permanencia en el predio.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 28. Productos agrícolas.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 29. Percepción de cambios en la cobertura boscosa.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 30. Causas de la disminución de la cobertura forestal.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 31. Interés en la implementación de sistemas de producción sostenible.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 32. Metodología objetivo 3.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 33. Modelo de reforestación resultante</i>	<i>95</i>
<i>Figura 34. Modelo de cercas vivas.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 35. Modelo de árboles dispersos</i>	<i>105</i>

Figura 36. Modelo del sistema agroforestal..... 109

Listado de Tablas

<i>Tabla 1. Recopilación de normativa legal</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 2. Matriz de técnicas e instrumentos</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3. Cronograma de actividades.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4. Presupuesto</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 5. Responsables de actividades programadas.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 6. Porcentaje del terreno en áreas prioritarias de conservación.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 7. Políticas en el Esquema de Ordenamiento Territorial</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 8. Distribución de la deforestación en la zona de amortiguamiento</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 9. Características sociales, económicas y ecológicas de la zona</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 10. Interacciones entre los elementos del sistema silvopastoril.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 11. Especies maderables para cercas vivas</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 12. Árboles para dispersar en potreros.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 13. Interacciones entre los elementos del sistema silvopastoril.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 14. Condiciones ecológicas para el correcto desarrollo del tomate de árbol</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 15. Condiciones ecológicas para el correcto desarrollo del cedro de tierra fría.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 16. Especies para reforestar los 3 focos de deforestación.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 17. Cronograma para reforestación de focos deforestados</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 18. Presupuesto por hectárea para reforestación de focos deforestados</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 19. Cronograma para implementación de banco forrajero</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 20. Presupuesto para la implantación de banco forrajero por hectárea.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 21. Posibles fuentes de financiación para el banco forrajero</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 22. Cronograma para el sistema de cercas vivas.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 23. Presupuesto para sistemas de cercas vivas por hectárea</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 24. Posibles fuentes de financiación para sistemas de cercas vivas por hectárea</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 25. Cronograma de siembra.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 26. Presupuesto para sistema de árboles dispersos</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 27. Posibles fuentes de financiación de sistema de árboles dispersos.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 28. Cronograma para el sistema agroforestal de Cedro y Tomate de árbol.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 29. Presupuesto para el sistema agroforestal de Cedro y Tomate de árbol.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 30. Posibles fuentes de financiación del sistema agroforestal de Cedro y Tomate de árbol.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 31. Tabla presupuesto total y posible financiación</i>	<i>112</i>

Listado de Anexos

<i>Anexo 1. Ubicación geográfica del municipio de Fómeque.</i>	<i>124</i>
<i>Anexo 2. Límite veredal del municipio de Fómeque.....</i>	<i>124</i>
<i>Anexo 3. Tabla de insumos de mapas</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 4. Denominación termal del IDEAM y demás autores de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marino (2017).....</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 5. Límite veredal del municipio de Fómeque y zona amortiguadora propuesta.....</i>	<i>131</i>
<i>Anexo 6. Descripción de los tipos de suelos propuestos por el IGAC en el 2009.</i>	<i>132</i>
<i>Anexo 7. Vuelos y la zona de interés.</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 8. Mapa Imagen satelital de propuesta de zona amortiguadora 1991.</i>	<i>135</i>
<i>Anexo 9. Mapa Imagen satelital de propuesta de zona amortiguadora 2001</i>	<i>136</i>
<i>Anexo 10. Mapa Imagen satelital de propuesta de zona amortiguadora 2010.</i>	<i>137</i>
<i>Anexo 12. Encuesta aplicada.....</i>	<i>139</i>
<i>Anexo 13. Tabla de resultados de la encuesta aplicada</i>	<i>140</i>
<i>Anexo 14. Zonas de área de amortiguación</i>	<i>141</i>
<i>Anexo 15. Fórmulas para el cálculo del número de árboles</i>	<i>142</i>
<i>Anexo 16. Solicitus de información ante Corpoguvio.....</i>	<i>142</i>

Resumen

La intervención de las zonas de amortiguamiento ha ocasionado impactos a la flora, al recurso hídrico, al suelo y a la biodiversidad presente, lo que se ve traducido en un desbalance del ambiente natural. De esta forma, la necesidad de desarrollar medidas que procuren la sostenibilidad de los componentes biofísicos de los sistemas naturales está directamente relacionada con la calidad de vida de las comunidades de la región, en el amplio entendimiento de los múltiples beneficios que los sistemas naturales proveen al ser humano y de los cuales somos dependiente. Esta investigación desarrolla la Formulación de plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Chingaza, Municipio de Fómeque. Para esto se identifica y caracteriza el área amortiguadora, la cual se analiza por medio de sistemas de información geográfica y la información obtenida se complementa con la información de la perspectiva social recolectada mediante entrevistas. Luego se procede a identificar los sistemas silvopastoriles y agroforestales que sirvan como alternativas de producción sostenible. Como producto, se obtiene un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales que busca recuperar coberturas forestales, mejorar las opciones de manejo sostenible de los suelos del área de amortiguamiento, generar un aumento en los ingresos de la población de la zona mediante el uso sostenible de sus predios al tiempo que se mejora la cobertura forestal.

Palabras clave: **Zona amortiguadora, cobertura vegetal, sistema silvopastoril, sistema agroforestal, Plan de recuperación y manejo de coberturas forestales.**

Abstract

The intervention of the buffer zones has caused impacts on flora, water resources, soil and present biodiversity, which has become an imbalance of the natural environment. In this way, the need to develop measures to ensure the sustainability of the biophysical components of natural systems are related to the quality of life of the communities of the region, in the broad understanding of the multiple benefits that natural systems prove to Being human and of which we are dependent. This research focused on the formulation of the recovery plan and the management of forest networks in the buffer zone of the Chingaza National Natural Park, Municipality of Fómez. For this, the buffer area can be identified and characterized, which is analyzed by geographic information systems and the information is complemented with information from the social perspective. Then we will proceed to identify the silvopastoral and agroforestry systems that serve as alternatives for sustainable production. How to obtain a recovery plan and a management of the networks that seeks to recover the networks of the trips, improve the options of a sustainable management of the soils of the buffer area, generate an increase of the income of the population of the area through the sustainable use of their properties while improving forest cover.

Keywords: **Buffer zone, vegetation cover, silvopastoral system, agroforestry system, recovery plan and forest cover management.**

Introducción

La ingeniería para sostenibilidad de sistemas naturales y la gestión para el desarrollo rural se proponen generar un progreso mediante la solución holística de problemas, entendiendo la complejidad del ambiente y las diferentes dimensiones que lo pueden componer.

De esta forma, la necesidad de desarrollar medidas que procuren la sostenibilidad de los componentes biofísicos de los sistemas naturales está directamente relacionada con la calidad de vida de las comunidades de la región, en el amplio entendimiento de los múltiples beneficios que los sistemas naturales proveen al ser humano y de los cuales somos dependientes (Alcama et al., 2003). A pesar de esto, las limitaciones en encontrar equilibrio en lo ecológico, social y económico están ampliamente reportadas en la literatura, donde el componente económico somete a los componentes ecológicos y sociales (Alcama et al., 2003).

En este marco, esta investigación desarrolla la Formulación de plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Chingaza, Municipio de Fómeque (Anexo 1) que se encuentra dividido en 32 veredas (Anexo 2) y el centro poblado la Unión (Alcaldía de Fómeque, 2000). Dentro del patrimonio natural del municipio, se encuentran las áreas estratégicas para la conservación de los ecosistemas ya presentes en el territorio y las áreas que promueven un desarrollo sostenible; de esta forma, el patrimonio natural más importante del municipio se ve traducido en las 25.882 hectáreas (49% del territorio municipal) que se encuentran incluidas dentro del PNN Chingaza (34% de la extensión total del parque) (Alcaldía Municipal de Fómeque, 2018), donde la intervención de las zonas de amortiguamiento ha ocasionado impactos a la flora, al recurso hídrico, al suelo y a la biodiversidad presente, lo que se ve plasmado en el desbalance del ambiente natural (Alcaldía de Chivor, 2000).

Planteamiento del problema

El municipio de Fómeque cuenta con 3.345 hectáreas que componen el área de reserva forestal protectora de los ríos Blanco y Negro. Hay una propuesta de área de amortiguación de 11.979 hectáreas circundantes a la zona del PNN Chingaza, pero actualmente parte de estos terrenos están dedicados a la ganadería y agricultura en veredas como Cuequetá, Cuequetica y Guane (Alcaldía Municipal de Fómeque, 2018). El deterioro de esta área se complica por la tendencia al crecimiento de las áreas agropecuarias.

Las actividades productivas principales del municipio son la ganadería y los cultivos de café, tomate de árbol, tomate de invernadero, habichuela, arveja, pimentón, entre otros (Gobernación de Cundinamarca, 2016). Desde 1980, la expansión agrícola ha aumentado y las partes altas del territorio municipal se han visto afectadas por el mal uso de las tierras y la tala indiscriminada de árboles (Cárdenas & Comunidades de los Páramos, 2015)

La zona amortiguadora está definida como: “Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del sistema de parques nacionales naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas.” (Decreto 622, 1977); por lo que el uso inadecuado del suelo y la alta intervención de los ecosistemas atenta directamente al principal objetivo de las zonas de amortiguamiento, es decir, si esta área se ve intervenida, su capacidad de proteger el Parque Natural Nacional contra el impacto humano disminuye (Clark, 2016).

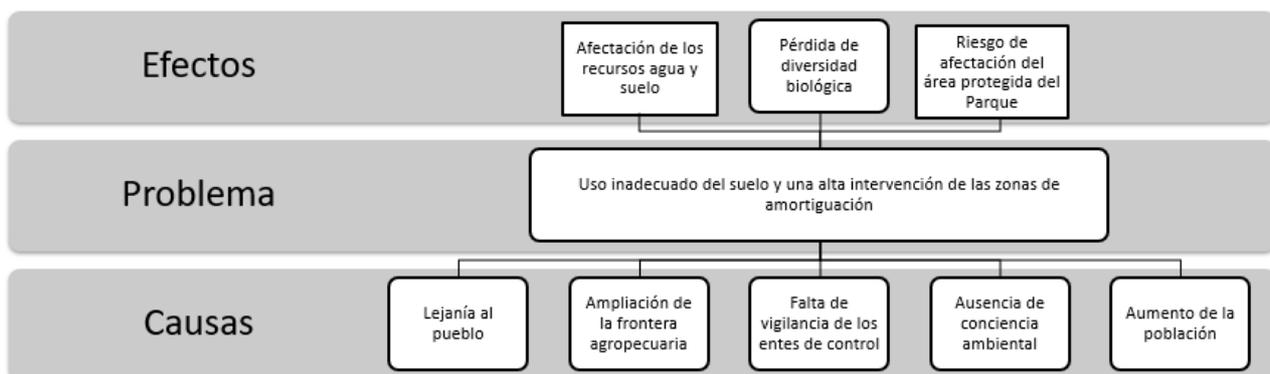
La intervención de las zonas de amortiguamiento ha ocasionado impactos a la flora, al recurso hídrico, al suelo y a la biodiversidad presente, lo que se ve traducido en un desbalance del ambiente natural (Alcaldía de Chivor, 2000). Un ejemplo claro de esto es cómo la expansión de las fronteras agropecuarias requiere de la deforestación de áreas no intervenidas (Pacheco & Suárez, 2014), lo que genera una baja en los índices de biodiversidad biológica, debido a la eliminación de especímenes vegetales y a la pérdida de hábitat (Mora, Orellana & Ortiz, 2015); también se generan impactos negativos en la calidad del suelo debido a la pérdida de fertilidad y estructura del suelo (Pacheco & Suárez, 2014), además de los procesos de erosión que se pueden adelantar por la deforestación (Pacheco & Suárez, 2014); a nivel hídrico, se presentan afectaciones a la estabilidad del régimen hidrológico y se ve disminuida la calidad y cantidad del agua (Mora, Orellana & Ortiz, 2015).

Con lo anterior, se ve la importancia de las coberturas forestales y su relación con las zonas de amortiguamiento, ya que se crea un balance natural que permite la conservación del ecosistema; de no ser así, se podría generar un desequilibrio que pondría en peligro la sostenibilidad de los recursos, afectando la sustentabilidad de las actividades productivas de la zona (Alcaldía Municipal de Fómeque, 2018).

Otro factor determinante en la problemática es la desinformación por parte de los habitantes de la zona. Una de las funciones secundarias del área de amortiguamiento es la de servir a las comunidades presentes en cuanto a la producción de recursos (Clark, 2016). Sin embargo, en estas áreas debe haber una preservación activa con producción primaria o restringida, para que de esta forma se asegure una explotación de los recursos con sostenibilidad y evitar su degradación (Departamento Administrativo de Planeación & Alcaldía de Medellín, 2005).

Finalmente, hay una falta de acción por parte de las autoridades y entidades relacionadas con esta zona amortiguamiento. Esto se puede deber a que concurren competencias de distintas entidades para el manejo de esta área, lo que distorsiona los propósitos de cada entidad. Debido al alcance del proyecto, las entidades involucradas son el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Corporación Autónoma Regional del Guavio, la Alcaldía Municipal de Fómeque, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Parques Nacionales Naturales.

Figura 1. Árbol de problemas



Adaptado de: Cárdenas & Comunidades de los Páramos (2015) y Alcaldía de Chivor (2000)

Pregunta de investigación: ¿Qué acciones se podrían llevar a cabo en el área de amortiguación del PNN Chingaza, en el municipio de Fómeque, para recuperar las zonas deforestadas y darles un manejo sostenible?

Justificación

En relación con las justificaciones legales, uno de los propósitos de hacer este plan de recuperación y manejo de coberturas forestales es colaborar y promover la legislación ambiental, dando prioridad a la constitución y al Código Nacional de Recursos Renovables Naturales. La Constitución Nacional de Colombia del 91, en el Artículo 80, señala que: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.” (Constitución Política de Colombia, 1991).

También es importante resaltar que el Artículo primero del Decreto Ley 2811 de 1974, Código de Recursos Natrales Renovables y de protección al medio ambiente, en su primer Artículo, declara que "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. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social." (Decreto Ley 2811, 1974)

En relación con las justificaciones desde la ecología, se pretende mitigar a largo plazo los impactos negativos que ha traído la deforestación, ya que debido a esta se dan afectaciones importantes al recurso hídrico, al suelo y a la biodiversidad. Cabe recordar que el deterioro de los suelos pone en riesgo de erosión y de deslizamiento suelos (Alcaldía de Chivor, 2000). Por otro lado, también afecta los nacimientos de agua, como los presentes en la cuenca del Caquinal (Cárdenas & Comunidades de los Páramos, 2015), cuenca que corresponde a las veredas de Hato Viejo, Chinía y Cananea.

En la dimensión económica y social, se busca encontrar una alternativa a las prácticas de producción agrícolas y ganaderas presentes en zonas de amortiguación, con el fin de encontrar un equilibrio entre las tradiciones agrícolas, los sistemas productivos y la recuperación del territorio. Además, recordar la importancia a nivel institucional que tiene este plan, ya que es información adicional que sirve de ayuda en la toma de decisiones para el manejo del PNN, para la zonificación del municipio y para la preservación del recurso hídrico que alimenta a la capital del país.

Por último, a lo largo del Programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad El Bosque se adquieren las herramientas necesarias para que el estudiante desarrolle planes que respondan a necesidades ambientales, como lo es la planeación y gestión de los recursos naturales en miras al desarrollo sostenible (Universidad El Bosque, 2018), en este caso, el estudiante desarrolla un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales con el fin de conservar y preservar las distintas propuestas de zonficacion.

Objetivo general y específicos

Objetivo general: Formular un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en zonas de amortiguación del PNN Chingaza en el municipio de Fómeque.

Objetivos específicos:

- Identificar, delimitar y caracterizar el área de amortiguamiento apta para ser intervenida.
- Cuantificar espacialmente la deforestación que se ha dado en el área de amortiguamiento del PNN municipio durante los últimos 50 años, por medio del análisis de imágenes satelitales.
- Identificar sistemas agroforestales y silvo-pastoriles apropiados a las condiciones del lugar, como alternativa de producción.

Marco de referencia

Antecedentes y estado del arte

En Colombia las áreas protegidas han tenido una historia lenta. En la década de 1930, durante el gobierno de López Pumarejo, se dieron las primeras zonas de reserva forestal, a través de Ley 200. Entre 1938 y 1946 se dieron 9 Reservas Forestales a lo largo del Valle del Cuca, Nariño, Valle y Meta, decretadas por el Ministerio de Economía de la época. Pero solo fue hasta 1960, que se declaró el primer Parque Nacional Natural, que fue la Cueva de los Guacharos (Rojas, 2014). Actualmente, hay 59 áreas naturales pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales, dentro de las cuales se encuentra el Parque Nacional Natural Chingaza.

Con respecto a la zona aledaña al sistema de parques, Parques Nacionales Naturales de Colombia considera que la protección de ecosistemas estratégicos está relacionada con el adecuado uso de las zonas amortiguadoras, ya que estas son zonas de influencia directa. Desde 1997, Parques Nacionales Naturales ha planteado distintas normas para determinar zonas de amortiguación, pero ninguna de estas propuestas se ha concretado por el gobierno. En 1998 se elaboró un manual de delimitación de las zonas amortiguadoras, pero esta documentación no fue tomada en cuenta a la hora de elaborar los planes de manejo, por lo que no se dio mayor avance. Solo hasta el 2006, el PNN Los Nevados fue pionero en esta temática, ya que desarrolló el proceso para determinar su zona amortiguadora (Fondo Patrimonio Natural, 2012).

Para el caso de estudio del PNN Chingaza, actualmente se cuenta con el Manual de Delimitación y Zonificación de Áreas Amortiguadoras que Parques Nacionales de Colombia estableció en el 2008 y con la actualización de Plan de Manejo Ambiental del Parque Nacional Natural Chingaza realizada en el 2016.

A nivel mundial, se encuentran muchos estudios sobre zonas de amortiguación en países como Tailandia, Vietnam y Nepal. En Tailandia por ejemplo, Sharp, Nakagoshi y McQuistan, en 1999, en el estudio “Manejo Participatorio rural en la zona amortiguadora de noroeste de Tailandia” en el cual se apunta a introducir un nuevo tipo de aprovechamiento en el área que involucre a la población local (Sharo, Nakagoshi, & McQuistan, 1999). En cuanto a Nepal, para el 2012, Narayan Bhusal propuso un sistema de manejo para las zonas amortiguadoras en las áreas protegidas en Nepal, en este, se incluyeron prácticas ecoamigables en comunidades, con el fin de tener una sustentabilidad a largo plazo (Bhusal, 2012). Continuando con Nepal, en octubre del 2015, en el estudio “Cuestiones de manejo de zonas amortiguadoras en el Parque Nacional Chitwan: Caso de estudio Villa Kolhuwa”,

Dhkal y Thapa, estudiantes de la Universidad de Florida, concluyen que las personas que están más cerca al límite del área protegida requieren de más recursos para subsistir, debido a que por lo general dependen de la madera como combustible y además, se encuentran lejos de una zona de abastecimiento (Dhakal & Thapa, 2015)

Debido a que en Colombia las zonas de amortiguamiento no han tenido una gran acogida, ni siquiera por la autoridad ambiental competente, las investigaciones científicas que se encuentran específicamente del tema son muy escasas. En la Universidad de Manizales, Escobar y Ramirez (2017), realizaron la “delimitación mediante SIG de la función amortiguadora que comprende áreas excluidas de la Reserva Forestal Buenavista”; en este estudio se utilizan imágenes satelitales para poder realizar la delimitación y se establecen determinantes en uso y aprovechamiento de la zona con función amortiguadora (Escobar & Ramirez, 2017)

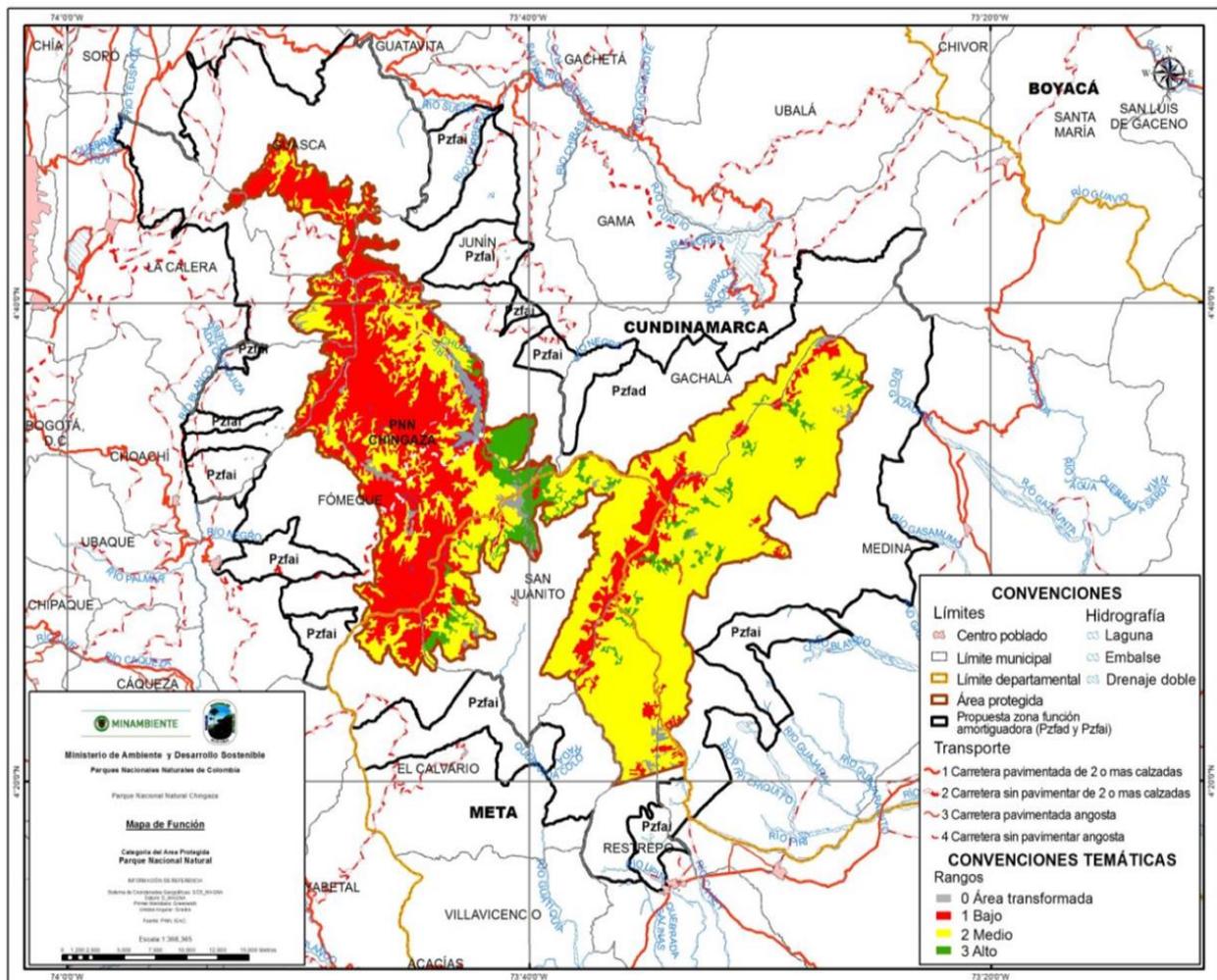
Marco geográfico

El Parque Nacional Natural Chingaza se encuentra ubicado entre los 73°30' y los 73°55' de Longitud Oeste y los 4°20' y 4°50' de Latitud Norte en la cordillera oriental colombiana, en los Departamentos de Cundinamarca (73% del parque) y Meta. Con una extensión aproximada de 76.000 ha, se encuentra bajo la jurisdicción de 11 municipios: Fómeque, Choachí, Gachalá, Medina, La Calera, Guasca y Junín en el departamento de Cundinamarca, y de Restrepo, San Juanito, Cumaral y El Calvario en el departamento del Meta (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016).

Debido a su extensión y al relieve de la zona, el Parque posee alturas desde los 800 a los 4.020 m.s.n.m., por lo que se encuentran ecosistemas como páramo, bosque alto andino y bosque andino, los cuales sirven para la regulación y provisión de agua (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016).

De acuerdo con Parques Nacionales Naturales, aproximadamente el 31% de Chingaza se encuentra en jurisdicción del municipio de Fómeque, lo que equivale a 23.886 has (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016), haciéndolo como el municipio con mayor influencia dentro del parque. De igual forma, el parque influye de manera directa en el municipio, ya que este es el 49% del territorio municipal (Alcaldía Municipal de Fómeque, 2018). Teniendo en cuenta esta relación recíproca, es de importancia generar acciones donde converjan las competencias de las autoridades directas.

Figura 3. Función ecológica y zona amortiguadora propuesta

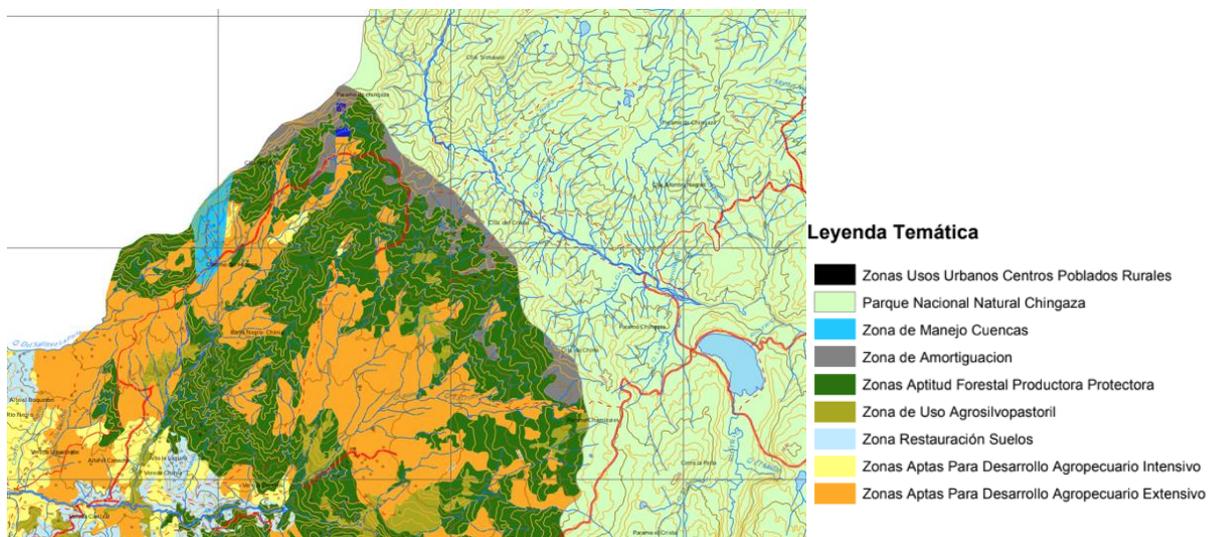
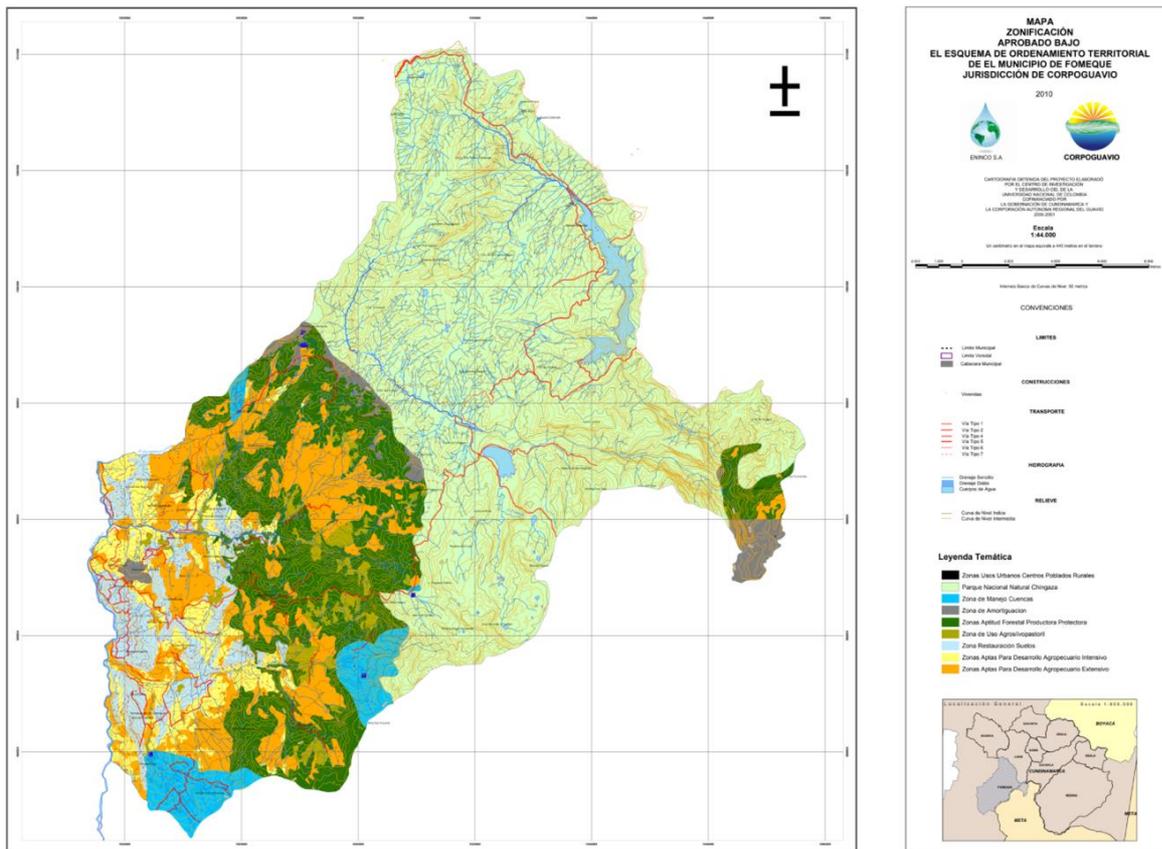


Autor: Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016)

Por otro lado, la zona de amortiguación delimitada por la Alcaldía Municipal de Fómeque comprende un área circundante mucho más pequeña que la propuesta por PNN, aproximadamente el 5% del territorio municipal (Alcaldía de Fómeque, 2010). En la Figura 3. la zona de amortiguación se encuentra señalada con color gris, en medio de una mezcla entre las zonas con aptitud forestal productora protectora (verde oscuro) y las zonas aptas para el desarrollo agropecuario (anaranjado). Debido a lo anterior, se busca identificar, delimitar y caracterizar el área de amortiguamiento apta para ser intervenida, dando respuesta al primer objetivo específico.

Figura 4. Zonificación del municipio de Fómeque

MUNICIPIO DE FOMEQUE



Autor: Alcaldía Municipal de Fómeque (2010)

Marco económico

De los municipios de la Provincia de Oriente, Fómeque aportó el 16,6 del PIB de la Provincia para el 2005 (Cámara de Comercio de Bogotá, 2010), ingresos provenientes de sociedades pequeñas,

medianas o microempresas dedicadas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, al comercio o a la prestación de servicios (Cámara de Comercio de Bogotá, 2010).

Como lo muestra el estudio estadísticas realizado por la Gobernación de Cundinamarca, Fómeque es un municipio con vocación agrícola, por lo que sus principales cultivos son el tomate, el tomate de invernadero, la habichuela, la alverja, el pepino, el pimentón y el café, ocupando más de la mitad del territorio municipal (Gobernación de Cundinamarca, 2014)

. Lo que concuerda con la información proporcionada por la misma entidad, dos años después, que afirma que las actividades productivas principales del municipio son la ganadería y la agricultura (Gobernación de Cundinamarca, 2016). En el sector pecuario, la ganadería tiene aproximadamente un 67% de participación, con más de 13 mil cabezas de ganado; mientras que, en el sector agrícola, los cultivos transitorios tienen la mayor participación con 439,1 ha, seguido de los cultivos permanentes con 409,98 ha y por último los cultivos anuales (sagú) con 14,5 ha. Dentro de los cultivos transitorios el tomate de invernadero, habichuela, el pepino y el pimentón son los más destacados, mientras que en los cultivos permanentes se encuentra el café y el tomate de árbol (Gobernación de Cundinamarca, 2016).

Marco histórico

Desde la Antigua Grecia, entre los 2700 a.C. y 800 a.C., los primeros griegos creían que el planeta era el campo donde los dioses demostraban sus poderes, por ende, los dioses ordenaban sobre la naturaleza, se mostraban en ella y actuaban a través de ella; debido a lo anterior, los dioses rechazaban cualquier actividad que afectara el medio natural y mostraban su molestia alterando las condiciones del ambiente (Hughes, 1975). Obedeciendo a lo anterior, la isla de Creta se vio marcada por el naturalismo de la religión minoica, donde se pretendía conseguir la divinidad por medio de la armonía entre la naturaleza y las necesidades del hombre; debido a esto, los lugares de culto fueron espacios preservados con alto valor natural (Berjemeo, 2018).

En el año 204 a.C. la caza se consideró derecho natural de toda persona, por lo que en toda Europa se dio una gran temporada de caza sin reglamentación. Pero fue hasta finales del Siglo XIV que el Rey Enrique III prohibió caza en épocas de cría y nieve, debido al bajo índice de especímenes. Para 1750 el Rey Felipe IV, ordenó delimitar las zonas de caza, debido a que las reses de caza estaban causando estragos en terrenos aledaños, por lo que se delimitaron los cotos de caza con tapia de piedra (Spereda, 2010). De esta forma, las reservas y los cotos de caza se convirtieron en terrenos que desempeñan un papel fundamental para la conservación, ya que, en estos lugares, las especies se

desenvuelven en equilibrio con las posibilidades del medio, dando lugar a altos índices de conservación (Ortuño & Peña, 1979)

Los espacios naturales protegidos fueron reconocidos legalmente e introducidos a la legislación gracias a la declaración del Parque Estatal de Yosemite en 1864, unos años después, en 1872, se declara el Parque Nacional de Yellowstone; de esta forma Estados Unidos comienza a generar un gran impacto a nivel mundial en la legislación específica con respecto a áreas protegidas (Gobierno de Aragón, 2007).

En Europa, alrededor de 1920, países como Suecia, Suiza y España, declararon varios Parque Nacionales. Pero solo fue hasta mediados del siglo XX que comenzó a surgir la necesidad de hacer una colaboración entre entidades para la adecuada preservación y conservación de las áreas naturales; esto incluye la colaboración internacional para proteger zonas de patrimonio común (Gobierno de Aragón, 2007).

Mientras tanto, a nivel nacional, durante el gobierno de López Pumarejo (1934-1938), se dieron las primeras zonas de reserva forestal, a través de Ley 200, en zonas donde el caudal hídrico era bajo. Lastimosamente, por la misma época se legalizaron varios terrenos baldíos a particulares, lo que hizo que la zona agropecuaria se expandiera (Rojas, 2014).

Entre 1938 y 1946 se dieron 9 Reservas Forestales a lo largo del Valle del Cuca, Nariño, Valle y Meta, decretadas por el Ministerio de Economía de la época. Mientras que el primer Parque Nacional fue la Cueva de los Guacharos se dio en 1960 (Rojas, 2014). Actualmente, hay 59 áreas naturales pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales, dentro de las cuales se encuentra el Parque Nacional Natural Chingaza. Este PNN es de gran importancia debido a que provee agua a más de 10 millones de habitantes de la capital del país y municipios aledaños; ayuda a conservar ecosistemas fundamentales para la regulación del ciclo hídrico, como el páramo y el bosque andino; promueve la biodiversidad mediante la conservación de flora y fauna endémica y, por último, resguarda lugares de valor cultural para indígenas de la zona (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016).

Desde 1980, la zona de amortiguación del PNN Chingaza, que se encuentra dentro de la jurisdicción del municipio de Fómeque, se ha visto afectada por la deforestación generada por la expansión

agrícola, el mal uso de las tierras y la tala indiscriminada de árboles (Cárdenas & Comunidades de los Páramos, 2015)

Marco teórico

En 1972, Jim Lovelock, en su libro “Una nueva visión de la vida en la tierra”, expone la teoría Gaia (Lovelock, 1988). En esta teoría, conciliada por medio de investigaciones atmosféricas, se afirma que la Tierra es un organismo viviente ya que todas las interacciones que se dan química y físicamente en los diferentes escenarios del planeta están relacionadas y equilibradas de tal manera que se crean las condiciones adecuadas para la vida debido a la presencia de la vida misma (Arango, 2013). En este caso la teoría se vincula al proyecto de investigación debido a la importancia que tiene la conservación de áreas de alto valor natural en el correcto funcionamiento de la vida en el planeta, ya que esta teoría establece que la tierra en sí cuenta con un equilibrio, el cual se ve alterado por actividades antropogénicas, impactando la capacidad de vida que la tierra ofrece, desequilibrando los sistemas y subsistemas presentes en la tierra.

El biólogo Ludwig von Bertalanffy propuso la Teoría General de Sistemas como un mecanismo de integración de las ciencias sociales y naturales, la cual trata de hacer una representación de la realidad de forma integradora, donde los elementos de entrada y las relaciones entre estos tienen gran importancia al generar salidas (Arnold & Osorio, 1988). Si se mira el Parque Nacional Chingaza como sistema, uno de sus componentes es la zona con función amortiguadora circundante al polígono del PNN, este componente interactúa con el PNN, cumpliendo la función de aislar el polígono y al mismo tiempo, buscando atenuar los impactos antropogénicos que se presenten en la zona. Cabe recordar que se pueden presentar fuerzas externas que alteren el sistema, llevándolo al desequilibrio y a su mal funcionamiento, por lo que hay que tratar de disminuir el impacto de estas fuerzas por medio de la prevención, mitigación, compensación y corrección de dichas fuerzas.

El Manejo Sostenible de Recursos Naturales Renovables es otra teoría importante para realizar este documento. Esta se define como elemento fundamental para garantizar el desarrollo de sistemas ambientalmente sostenibles de producción agrícola, pecuaria, forestal y pesquera, teniendo en cuenta su capacidad de renovación, evitando su sobreexplotación. Dentro de sus áreas temáticas se encuentran los agrosistemas, el manejo de bosques, la silvopastura y la agroforestería; dentro de sus líneas de acción se encuentra la promoción e implementación de Planes de Manejo Forestal y los

sistemas de producción agrícola, agroforestal, silvopastoril e hidrobiológica ambientalmente sostenibles (Fondo Americas Org, 2011).

Marco conceptual

Con el fin de evitar ambigüedades y de entender a cabalidad la investigación desde la perspectiva deseada, se definirán algunos conceptos claves desde el punto de vista de algunos autores con los que se comparte su definición:

- Agricultura sostenible: Son prácticas que apoyan la integración de los sectores agrícolas y productivos, que aseguran el manejo responsable y la disponibilidad de recursos naturales a largo plazo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016)
- Conservación: Es la conservación in situ de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. La conservación in situ hace referencia a la preservación, restauración, uso sostenible y conocimiento de la biodiversidad (Decreto 2372, 2010)
- Función amortiguadora: El ordenamiento territorial de la superficie de territorio circunvecina y colindante a las áreas protegidas deberá cumplir una función amortiguadora que permita mitigar los impactos negativos que las acciones humanas puedan causar sobre dichas áreas. El ordenamiento territorial que se adopte por los municipios para estas zonas deberá orientarse a atenuar y prevenir las perturbaciones sobre las áreas protegidas, contribuir a subsanar alteraciones que se presenten por efecto de las presiones en dichas áreas, armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos de conservación de las áreas protegidas y aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos relacionados con las áreas protegidas (Decreto 2372, 2010).
- Parque Nacional Natural: Según el Capítulo V del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, en el Artículo 329, literal a) se define un Parque Nacional como: “área de extensión que permita su autorregulación ecológica y cuyos ecosistemas en general no han sido alterados sustancialmente por la explotación u ocupación humana, y donde las especies vegetales y animales, complejos geomorfológicos y manifestaciones históricas o culturales

tienen valor científico, educativo, estético y recreativo nacional y para su perpetuación se somete a un régimen adecuado de manejo” (Decreto Ley 2811, 1974).

- Plan de Manejo Forestal: La Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá, en su documento “Modelo Forestal Sostenible para la restauración de cuencas hidrográficas y Áreas Protegidas” define Plan de Manejo Forestal como “Documento técnico de gestión resultante de un proceso de planificación de las actividades del manejo sostenible del recurso forestal, sobre la base de la evaluación de las características del ecosistema a intervenir y de su potencial, conforme a normas ambientales, técnicas y administrativas, con el objeto de regular y controlar la capacidad de respuesta del recurso forestal frente a la afectación del mismo y para disminuir el riesgo e impacto social, ambiental económico y territorial” (Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá: Dirección Integrada de Cuencas Hidrográficas, 2008).
- Sistemas Agroforestales: grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo. Estos pueden ser secuenciales o simultáneos dependiendo del tiempo del cultivo y de la variación de este (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1999)
- Sistemas Silvopastoriles: Es una alternativa al manejo de la pastura convencional, en la cual se combinan arboles con pastos mejorados y ganado. De esta forma se produce más forraje, ayudando a conservar y a mejorar las características del suelo y al tiempo, el ganado goza de una mejor alimentación. Dentro de estas técnicas están los pastos mejorados, los postes vivos y los callejones forrajeros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1999)
- Uso sostenible: Utilizar los componentes de la biodiversidad de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución o degradación a largo plazo alterando los atributos básicos de composición, estructura y función, con lo cual se mantienen las posibilidades de esta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras (Decreto 2372, 2010).
- Zona amortiguadora: Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del sistema de parques nacionales naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas (Decreto 622, 1977) También es importante resaltar que Es importante recordar que las zonas amortiguadoras, según el Manual de Zonificación de Zonas Amortiguadoras, tienen un uso y manejo diferente al área protegida, por ello no se puede

considerar como la ampliación de las restricciones que existen al interior de las áreas protegidas (Parques Nacionales Naturales, 2008).

Marco normativo

Sin desconocer la importancia de la Constitución Política del 91 y su inclusión de derecho a ambiente sano, hay poca normativa específica sobre las zonas de amortiguación, ya que la normatividad está más enfocada a áreas de protección natural, como reservas forestales y parques nacionales naturales. Teniendo en cuenta lo anterior, se expondrá la legislación competente, citando los artículos que signifiquen un verdadero aporte para los temas a tratar en la investigación.

Tabla 1. Recopilación de normativa legal

NORMATIVA	NOMBRE	RELACIÓN CON EL PROYECTO
<i>Decreto Ley 2811 de 1974</i>	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables	Artículo 330: De acuerdo con las condiciones de cada área del sistema de parques nacionales de los ordinales a) a e) del artículo precedente, se determinarán zonas amortiguadoras en la periferia para que atenúen las perturbaciones que pueda causar la acción humana. En esas zonas se podrán imponer restricciones y limitaciones al dominio.
<i>Decreto 2278 de 1953</i>	Por el cual se dictan medidas sobre cuestiones forestales.	Capítulo I donde se clasifican los bosques. Capítulo II especifican las características de las zonas protectoras de interés general. Capítulo III decreta los encargados de la vigilancia forestal Capítulo V habla sobre la reforestación y repoblación forestal Capítulo VII del inventario forestal

NORMATIVA	NOMBRE	RELACIÓN CON EL PROYECTO
<i>Ley 2 de 1959</i>	Reserva forestal y protección de suelos y agua	<p>Capítulo XIII sobre enseñanza forestal</p> <p>Se establecen "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General", según la clasificación de que trata el Decreto legislativo número 2278 de 1953</p> <p>Artículo 2. Se declaran Zonas de Reserva Forestal los terrenos baldíos ubicados en las hoyas hidrográficas que sirvan o puedan servir de abastecimiento de aguas para consumo interno, producción de energía eléctrica y para irrigación, y cuyas pendientes sean superiores al 40%, a menos que, en desarrollo de lo que se dispone en el artículo siguiente, el Ministerio de Agricultura las sustraiga de las reservas.</p>
<i>Decreto 622 de 1977</i>	Por el cual se reglamenta parcialmente: el capítulo V título II parte XIII del Decreto Ley 2811 de 1974 sobre Sistema de Parques Nacionales, la Ley 23 de 1973 y la Ley 2 de 1959	Artículo 5 punto 8: ZONA AMORTIGUADORA (ZA): Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas.
<i>Decreto 216 de 2003</i>	Por el cual se determinan los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y	Artículo 12, punto 3: la Dirección de Ecosistemas deberá proponer, juntamente con la Unidad del Sistema de Parques Nacionales Naturales y las autoridades

NORMATIVA	NOMBRE	RELACIÓN CON EL PROYECTO
	Desarrollo Territorial y se dictan otras disposiciones.	ambientales, las políticas y estrategias para la creación, administración y manejo de las áreas de manejo especial, áreas de reserva forestal y demás áreas protegidas y la delimitación de las zonas amortiguadoras de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales
<i>Decreto 1220 de 2004</i>	Por el cual se determinan los instrumentos de planificación ambiental y se adoptan otras disposiciones.	Artículo 13, parágrafo 1. Se entiende que un proyecto afecta las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, cuando se realiza dentro de estas o en la zona amortiguadora correspondiente, previamente definida por la autoridad. Los senderos de interpretación, los destinados a la investigación y aquellos de control y vigilancia, requerirán solamente de la autorización de la Unidad Administrativa Especial; del Sistema de Parques Nacionales Naturales
<i>Ley 388 de 1997</i>	Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.	La delimitación y declaratoria de una ZA, aun si se adelanta en concertación con las autoridades locales, debe entenderse como un determinante ambiental cuyos efectos sobre la regulación de los usos del suelo requieren su inclusión en un proceso posterior de revisión de los respectivos Planes de Ordenamiento
<i>Ley 165 de 1994</i>	Por la cual se incorpora a la legislación nacional el Convenio de Diversidad Biológica suscrito en Rio de Janeiro el 5 de junio de 1992	Artículo 8, punto e) de este convenio se refiere específicamente a las obligaciones de los Estados en relación con promover un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en las zonas adyacentes a las

NORMATIVA	NOMBRE	RELACIÓN CON EL PROYECTO
<i>Ley 981 de 2005</i>	Por la cual se establece la A y Protección Municipal, sitios Ramsar o Humedales de Importancia Internacional definidos en la Ley 357 de 1997 y Reservas de Biosfera y Zonas de Amortiguación	<p>áreas protegidas, con miras a aumentar la protección de estas zonas.</p> <p>Artículo 2: Zona de Amortiguación: Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas Áreas de Conservación y Protección Municipal, sitios Ramsar o Humedales de Importancia Internacional definidos en la Ley 357 de 1997 y Reservas de la Biosfera, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas. Las autoridades ambientales competentes deberán definir las Zonas Amortiguadoras de acuerdo con la reglamentación que para tal efecto establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</p>
<i>Decreto 1071 de 2015</i>	Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural	Artículo 2.3.1.3.1: Contenido de los Planes de Establecimiento y Manejo Forestal.
<i>Decreto 1791 de 1996</i>	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal	Artículo 3. Principios generales Contiene características sobre los planes de establecimiento y manejo forestal.

Marco institucional

Los actores directos que convergen en la toma de decisiones que involucran al PNN Chingaza y su conservación se exponen en la figura a continuación. La presencia del Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible se ve a través de la Corporación Autónoma Regional del Guavio (CorpoGuavio) y a través de Parques Nacionales Naturales (PNN), el cual es el actor con responsabilidad directa sobre el área protegida. También se encuentra la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, ya que PNN Chingaza abastece de agua a aproximadamente 10 millones de personas de la capital del país. La Alcaldía de Fómeque también tiene influencia a la hora de toma de decisiones debido a que el Parque se encuentra ubicado en terreno bajo la jurisdicción de esta. Y, por último, la comunidad aledaña a Chingaza y los propietarios de zonas con prioridad en la preservación y conservación de recursos naturales.

Figura 5. Marco institucional



Fuente: desarrollada por el autor

Metodología

Alcance

Según Sampieri, las investigaciones de alcance descriptivo son aquellas que caracterizan un fenómeno, por medio de la especificación de sus propiedades y características (Sampieri, 2010). La primera parte de la investigación pretende definir la zona amortiguadora, especificando su ubicación geográfica, los ecosistemas que hay allí y las actividades agropecuarias que se dan. También describe espacialmente como ha sido el comportamiento de la deforestación en los últimos 50 años.

Sampieri también define el alcance correlacional son las que asocian variables de tal modo que permiten hacer predicciones por medio de la cuantificación de la relación (Sampieri, 2010). De la misma forma, el desarrollo de esta investigación relaciona el crecimiento de las actividades agropecuarias con el crecimiento de la deforestación, alterando la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Chingaza, que se encuentra en el municipio del Fómeque.

Enfoque

Basando la investigación en lo propuesto por Sampieri en su libro Metodología de la Investigación (Sampieri, 2010), en el cual define los 3 diferentes enfoques posibles: cuantitativo, cualitativo y mixto; este trabajo tiene un enfoque mixto debido a que combina características de los enfoques cualitativo y cuantitativo.

Del cualitativo, ya que se toman datos proporcionados por elementos audiovisuales y se hace una de estos a través de las perspectivas de los investigadores interpretación; en este caso, por medio de imágenes satelitales y aéreas, procesadas en un sistema de información geográfica. Por otro lado, las características que comparte del enfoque cuantitativo, es que se extrae información y se reduce a cifras que se deben analizar por medio de programas matemáticos y estadísticos (Universidad Popular Autónoma de Puebla, 2008)

Técnicas e instrumentos

En la siguiente tabla, se definen las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos para realizar esta investigación. Estos están encaminados a darle cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados para alcanzar el objetivo general.

Tabla 2. Matriz de técnicas e instrumentos

Objetivo general	Objetivo específico	Actividad	Recolección de datos	
			Técnica	Instrumento
Formular un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en zonas de amortiguación del PNN Chingaza en el municipio de Fómeque.	Identificar, delimitar y caracterizar el área de amortiguamiento apta para ser intervenida.	Revisión bibliográfica de trabajos relacionados con la zona amortiguadora	Análisis del contenido de trabajos.	Manual de delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras, artículos científicos, trabajos de grado, informes institucionales y mapas.
		Caracterizar el área de estudio para poder definir bien la zona amortiguadora propuesta	Analizar diferentes componentes naturales, a escala municipal, para proponer una zona amortiguadora	Archivos de mapas de diferentes entidades. Fotografías aéreas y textos ecológicos del territorio.
	Cuantificar espacialmente la deforestación que se ha dado en el área de amortiguamiento del PNN municipio durante	Vista a campo para levantamiento de información primaria sobre la evolución de la cobertura vegetal	Reconocimiento del territorio y caracterización de este.	Mapas Diario de campo o cuaderno de notas
			Observación directa por medio de fotografías y videos	Cámara Celular
			Encuesta a la población en la	Libreta Cinta de medición

Objetivo general	Objetivo específico	Recolección de datos		
		Actividad	Técnica	Instrumento
	los últimos 50 años.		zona de influencia directa del territorio	GPS Cámara
		Obtener datos de deforestación	Fotointerpretación	Sistemas de información geográfica
		Formular patrones espaciales de deforestación	Medición, comparación, modelamiento y tendencias espaciales	Sistemas de información geográfica
	Identificar sistemas agroforestales y silvo-pastoriles apropiados a las condiciones del lugar, como alternativa de producción.	Identificar alternativas de producción que vayan de acuerdo con las características del terreno	Evaluar los diferentes sistemas productivos sostenibles para identificar el más compatible	Manuales silvopastoriles y agroforestales. Matriz para evaluación.

Fuente: desarrollada por el autor

Para darle cumplimiento al primer objetivo específico que es “Identificar, delimitar y caracterizar el área de amortiguamiento apta para ser intervenida”, se plantean dos actividades, la primera es hacer una revisión bibliográfica relacionada con zonas amortiguadoras y la segunda es caracterizar el área de estudio para poder definir bien la zona amortiguadora propuesta, esto se realiza a partir de los 3 principios propuestos por Parques Nacionales Naturales en su Manual de Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras (Parques Nacionales Naturales, 2008); dicha caracterización se hará por medio del análisis de información y de mapas.

Para cumplir con el segundo objetivo específico que es “Cuantificar espacialmente la deforestación que se ha dado en el área de amortiguamiento del PNN municipio durante los últimos 50 años” se proponen 3 actividades, las dos primeras son obtener datos de la deforestación y de patrones de deforestación a través de los últimos 50 años. Se definió este periodo de tiempo debido a que Miranda y Torres en el 2010, exponen que la recuperación de la cobertura vegetal después de 50 años se dificulta debido a que el suelo pierde características fisicoquímicas necesarias para el crecimiento de dicha cobertura (Miranda & Torres, 2010). La tercera actividad es la vista a campo para levantamiento de información primaria sobre el comportamiento espacial de la cobertura vegetal, es decir, desde la perspectiva social, cómo ha variado la deforestación a través de los últimos 50 años y cuales han sido las causas de esta.

Para alcanzar el tercer objetivo que es “Identificar sistemas agroforestales y silvo-pastoriles apropiados a las condiciones del lugar, como alternativa de producción”, es necesario identificar las alternativas de producción y evaluarlas para proponer la(s) mejor(es) alternativas de producción sostenible.

Por último, se formulará un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en zonas de amortiguación del PNN Chingaza, en el municipio de Fómeque, teniendo en cuenta lo requerido por la normatividad colombiana vigente en el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, Decreto 1071 del 2015 en el Artículo 2.3.1.3.1: Contenido de los Planes de Establecimiento y Manejo Forestal.

Plan de trabajo

Cronograma

La realización del proyecto se llevará a cabo en 11 semanas, aproximadamente hasta la tercera semana de octubre, con la entrega el documento final para ser evaluado. De la semana 11 a la semana 14 son procesos de los cuales se encarga comité de trabajo de grado a excepción de la entrega de correcciones y de la sustentación del trabajo. El desarrollo de los objetivos va desde la quinta semana hasta la décima semana, ya que antes de la semana 5, se realiza el anteproyecto y el análisis situacional del trabajo.

Tabla 3. Cronograma de actividades

Actividades	Día	Meses															
		Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Asignación de directores	2 de agosto	■															
Realización de anteproyecto																	
Sustentación de anteproyecto	10 de agosto		■														
Documento anteproyecto con aval	14 de agosto		■														
Marcos de referencia																	
Avance 1 de documento + aval	22 de agosto			■													
Marcos de referencia				■	■												
Avance 2 de documento + aval	5 de septiembre					■											
Revisión bibliográfica					■	■	■	■	■	■							
Caracterización del área					■	■	■	■	■	■							
Definir área de amortiguamiento							■										
Obtener datos de deforestación								■									
Visita a campo									■								
Identificar alternativas de producción										■							
Evaluar alternativas de producción										■							
Formular el Plan											■						
Revisar el documento y correcciones												■					
Entrega documento final + aval	17 de octubre												■				
Entrega conceptos de jurados	29 de octubre													■			
Entrega informe de práctica	31 de octubre														■		
Entrega de correcciones	1 de noviembre														■		
Sustentación final	8 de noviembre															■	
Entrega documentos	13 de noviembre															■	

Fuente: desarrollada por el autor

Presupuesto

En el presupuesto propuesto para este proyecto se contemplan aspectos como el personal que a va a trabajar, los equipos y materiales necesarios para realizar el trabajo, el transporte y el alojamiento en las visitas a campo y los elementos de protección personal, para un total de \$5.551.000. Al final de hacer el presupuesto se incluye un 5% más por si se presentan imprevistos, por lo que el costo total definitivo del proyecto de investigación es de \$5.528.550.

Tabla 4. Presupuesto

PERSONAL	CANTIDAD	VALOR	# HORAS	VALOR
		HORA		TOTAL
Investigador	1	15900	240	3816000
Auxiliar	3	3750	24	270000
Total				408.6000

EQUIPOS	CANTIDAD	VALOR	VALOR
		UNIDAD	TOTAL
GrassGis	1	0	0
OsGeo4Ws	1	0	0
QGis	1	0	0
Imágenes Satelitales y fotografías aéreas	15	7000	105000
GPS	2	160000	320000
Total			425.000

TRANPORTE	Y CANTIDAD	VALOR	VALOR
ALOJAMIENTO		UNITARIO	TOTAL
Terrestre	4	20000	80000
Terrestre Municipal	8	30000	240000
Alojamiento	8	25000	200000
Viáticos	8	50000	400000

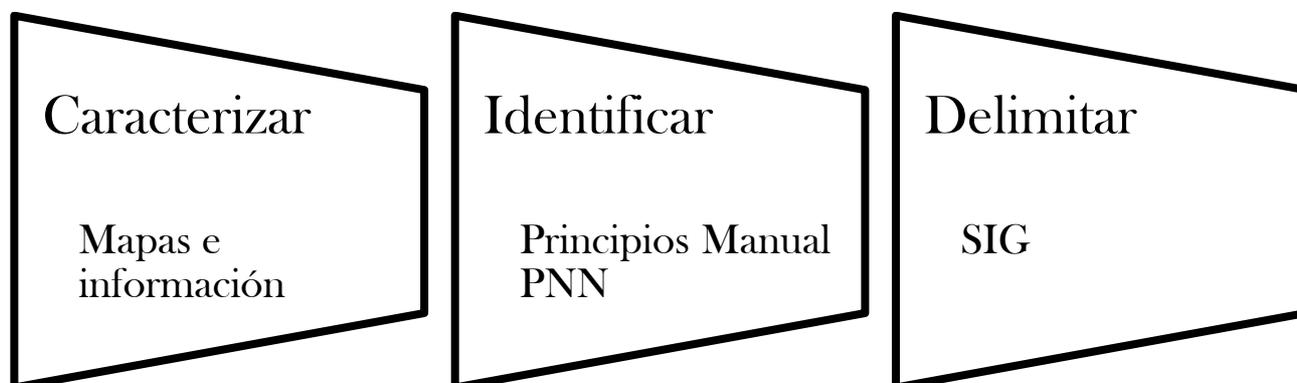
Actividades	Responsable	Fecha
Avance 1 de documento + aval	Estudiante/ director	22 de agosto
Reunión con director	Estudiante/ director	27 de agosto
Marcos de referencia	Estudiante	semana 3 y 4
Reunión con director	Estudiante/ director	3 de septiembre
Avance 2 de documento + aval	Estudiante/ director	5 de septiembre
Reunión con director	Estudiante/ director	7 de septiembre
Revisión bibliográfica	Estudiante	semana 5-10
Caracterización del área	Estudiante	semana 5 y 6
Obtener datos de deforestación	Estudiante	semana 8
Reunión con director	Estudiante/ director	1 de octubre
Visita a campo	Estudiante	semana 9
Identificar alternativas de producción	Estudiante	semana 10

Actividades	Responsable	Fecha
Evaluar alternativas de producción	Estudiante	semana 10
Formular el Plan	Estudiante	semana 10
Envío documento final a directo	Estudiante	17 de octubre
Revisar el documento y correcciones	Estudiante/ director	semana 11
Entrega documento final + aval	Estudiante/ director	24 de octubre
Entrega conceptos de jurados	Jurados/ Comité de trabajo de grado	29 de octubre
Entrega informe de práctica	Estudiante/ jefe	31 de octubre
Entrega de correcciones	Estudiante	1 de noviembre
Sustentación final	Estudiante/ comité/ jurados	8 de noviembre
Entrega documentos	Estudiante	13 de noviembre

Resultados y análisis de resultados

Objetivo 1: Identificar, delimitar y caracterizar el área de amortiguamiento apta para ser intervenida.

Figura 6. Metodología objetivo 1.



Fuente: desarrollada por el autor

Según el Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas amortiguadoras de Parques Nacionales Naturales, lo primero que se debe realizar es un diagnóstico del área global a estudiar, para esto, se deben estudiar las determinantes ambientales como suelos y conflictos en su uso, temperatura, precipitación, ecosistemas presentes, áreas con prioridad de reserva, entre otros.

Para obtener este diagnóstico, se hizo una caracterización por medio de shapes de mapas y se subieron a Softwares de Sistemas de Información Geográfica, para obtener los mapas. También se utilizaron los mapas hechos por la Alcaldía de Fómeque y CorpoGuavio en el 2010, los cuales se georreferenciaron y se complementaron con otra información.

Una vez se tienen los mapas con las características ambientales, se procede a ver qué zona cumple con los 3 principios descritos en el manual propuesto por Parques Nacionales Naturales. Ya definida la zona se delimita y se caracteriza. A continuación, los resultados de la metodología descrita anteriormente:

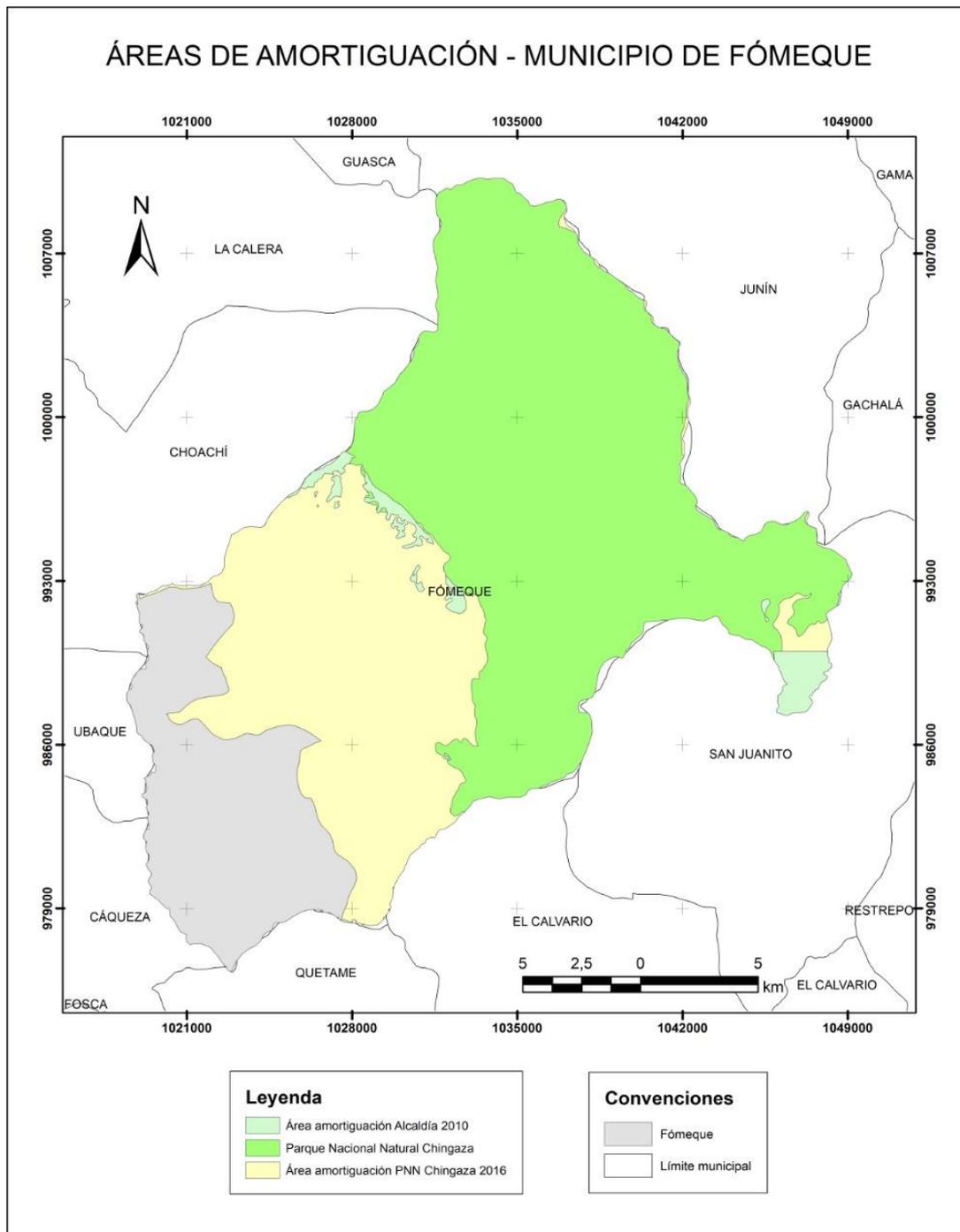
- ***Caracterización y diagnóstico global***

- ***Áreas de amortiguación propuestas***

Como se mencionó en el marco geográfico, casi el 25% del territorio corresponde a la zonificación propuesta por PNN para la zona amortiguadora del Parque Chingaza que se encuentra bajo la jurisdicción del municipio de Fómeque (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016), sumado al 50% del territorio que pertenece al PNN Chingaza, sería aproximadamente un 75% del territorio

municipal donde las actividades productivas son nulas o restringidas. Por otro lado, la zonificación propuesta por la Alcaldía es escasa (Alcaldía de Fómeque, 2010), aproximadamente el 5% del territorio y no cumple con los principios del manual de PNN. En la siguiente figura se representan gráficamente las zonas de amortiguación propuestas, donde se puede ver la discrepancia entre las dos autoridades influyentes en el área. Las zonas propuestas se pueden ver en la siguiente figura.

Figura 7. Áreas de amortiguación de PNN y Alcaldía

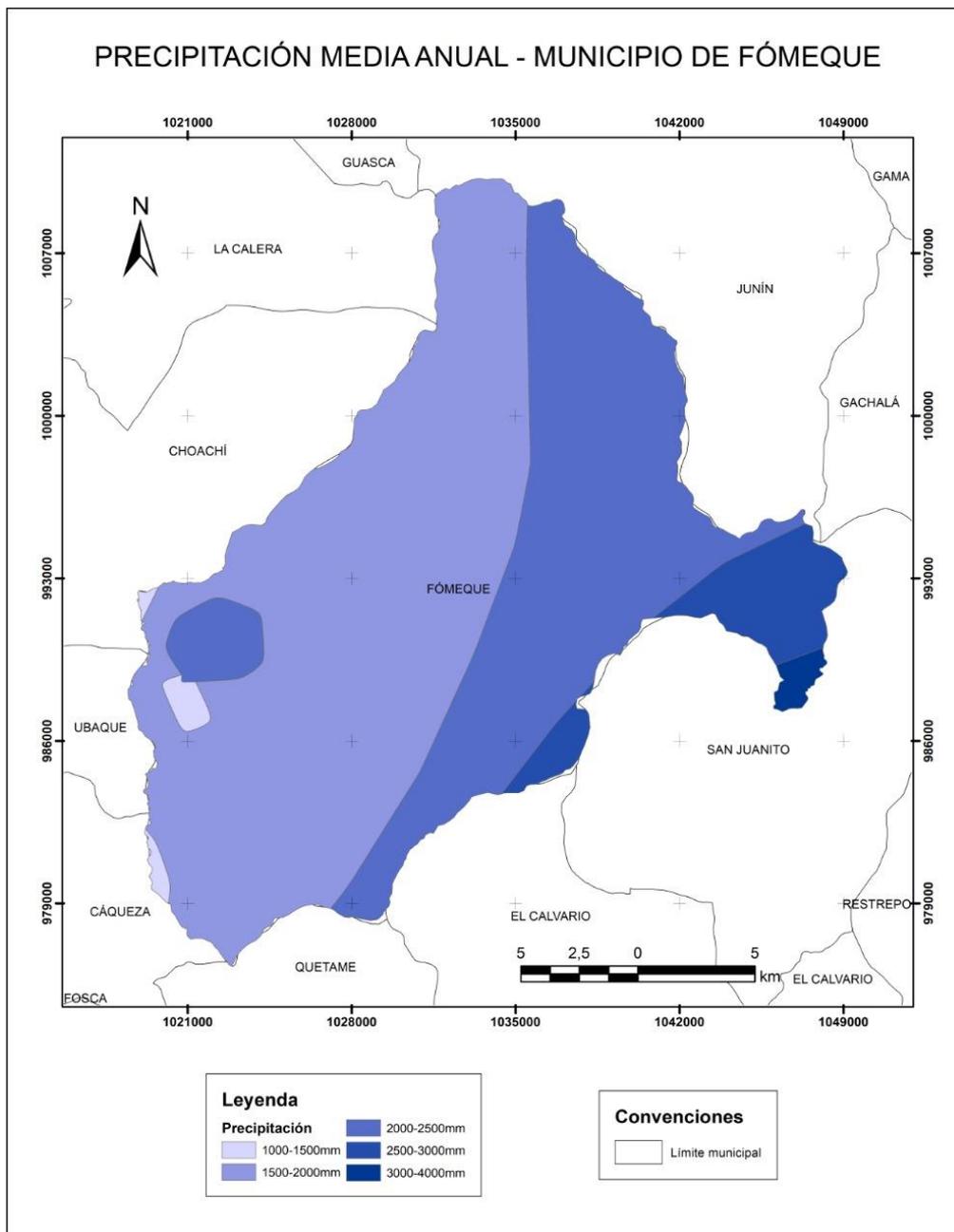


Adaptado de: Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016) y Alcaldía de Fómeque (2010)

○ **Precipitación media anual**

Según el Mapa de Precipitación Total Anual de la Republica de Colombia del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la precipitación media anual del municipio abarca los rangos propuestos desde los 1000 hasta los 4000 mm. En la mayoría del municipio, para el año 2012, la precipitación se encuentra en un rango de 2000 a 2500 mm, pero hay una importante franja del municipio que presenta una precipitación entre los 2500 y 3000 mm como precipitación media anual. En las partes más altas se logran ver precipitaciones de hasta los 4000 mm anuales (IDEAM, 2012).

Figura 8. Precipitación media anual de Fómeque

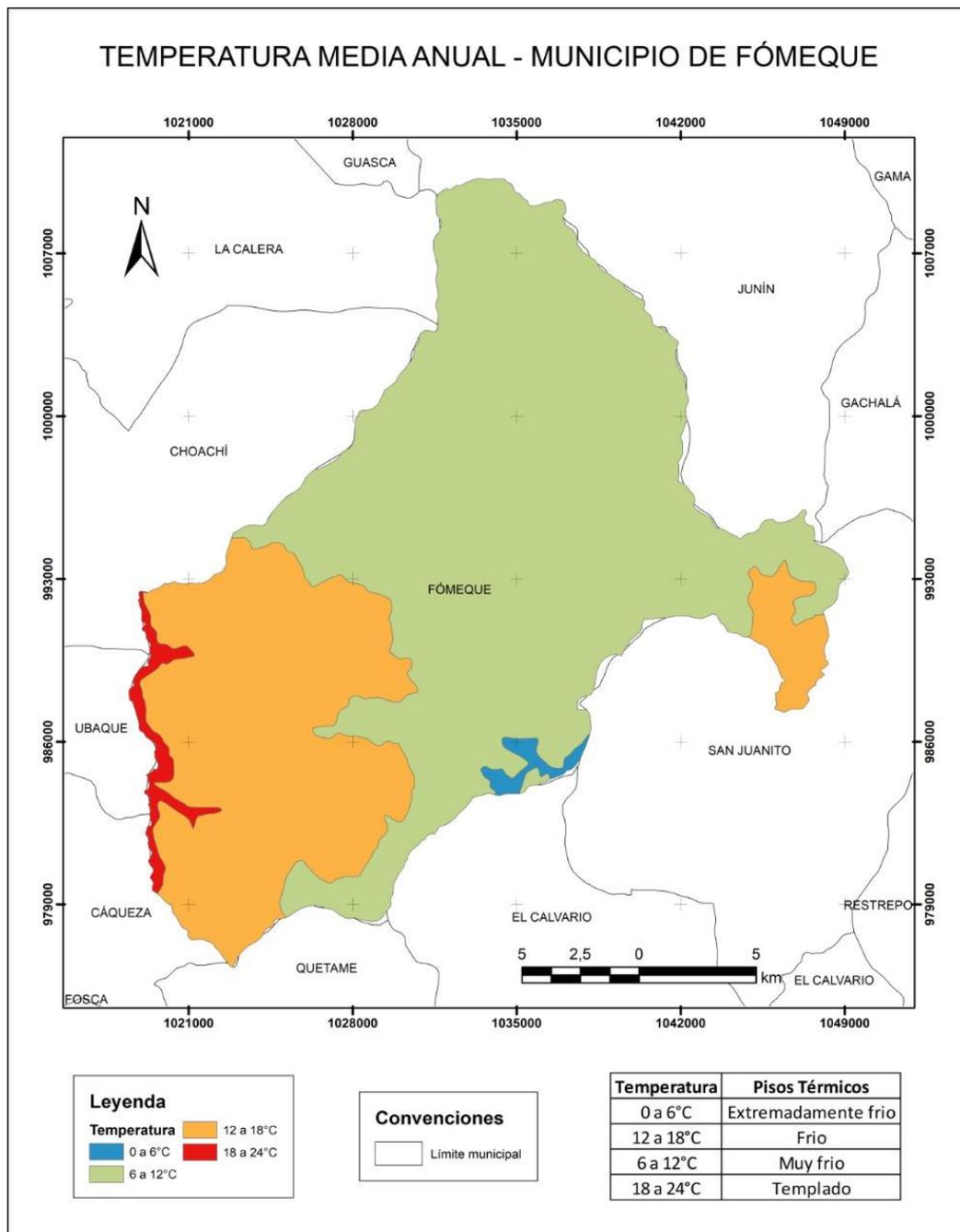


Adaptado de: IDEAM (2012) Mapa de Precipitación Total Anual de la Republica de Colombia.

○ *Temperatura media anual*

El IDEAM también plasma gráficamente la temperatura media anual para Colombia el 2012; para el municipio de Fômeque, la mayoría del territorio se presenta una temperatura de 6 a 12 centígrados, hay una franja importante de 12 a 18 centígrados y una franja menor de 18 a 24 grados Celsius (IDEAM, 2012). Complementando con la información encontrada en el libro de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (Anexo 4), los pisos térmicos correspondientes a estas temperaturas son muy frío, frío y templado respectivamente (IDEAM; IGAC; SINCHI; INVEMAR; IIAP; IAvH, 2007).

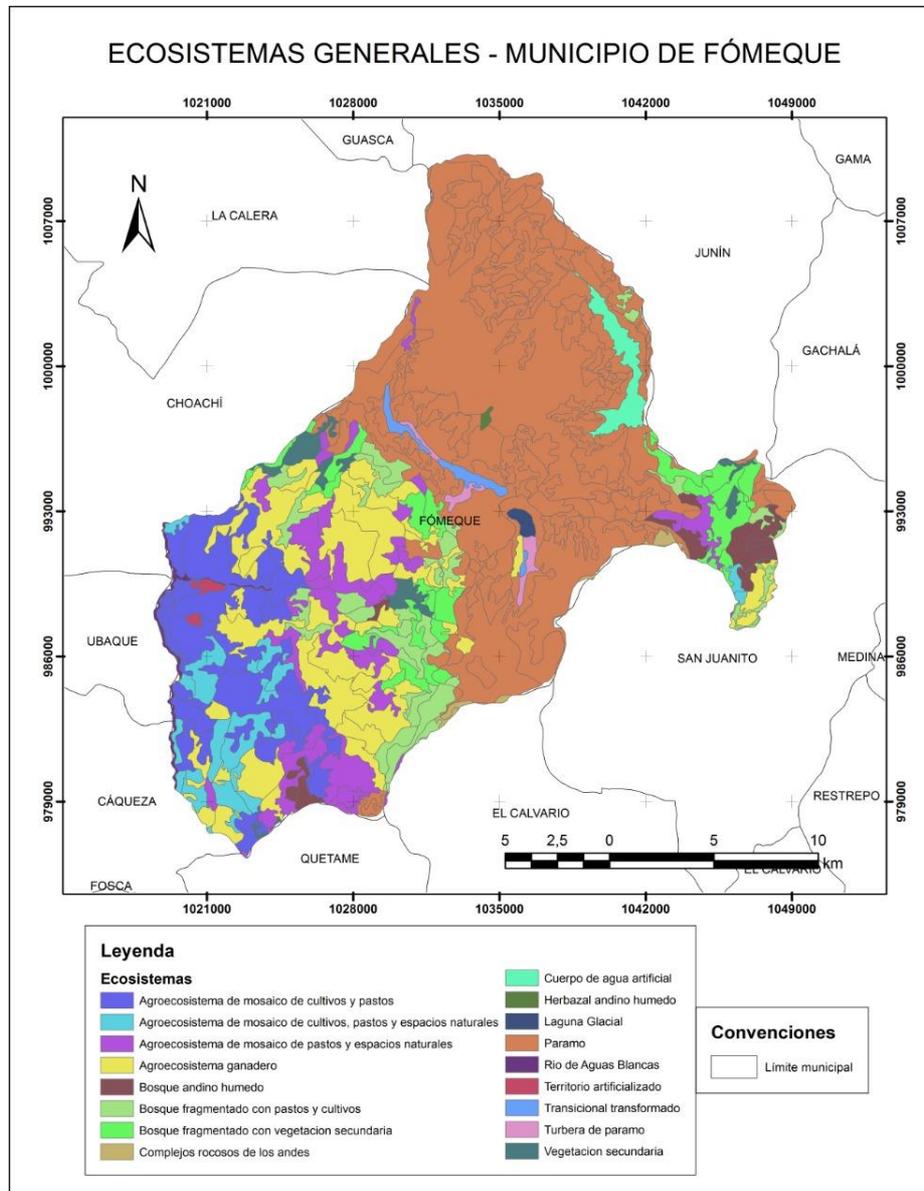
Figura 9. Temperatura media anual de Fômeque



Adaptado de: IDEAM (2012) Mapa de temperatura media anual y pisos térmicos.

○ **Ecosistemas**

Figura 10. Ecosistemas generales



Adaptado de: IDEAM (2017) Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia

Según el último estudio de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia que realizó el IDEAM junto a otros institutos, los ecosistemas presentes en el municipio están compilados en 6 grupos: agroecosistemas, bosques, complejos rocosos, páramo, territorios transformados y artificializados y cuerpos de agua (IDEAM; IGAC; SINCHI; INVEMAR; IIAP; IAvH., 2017).

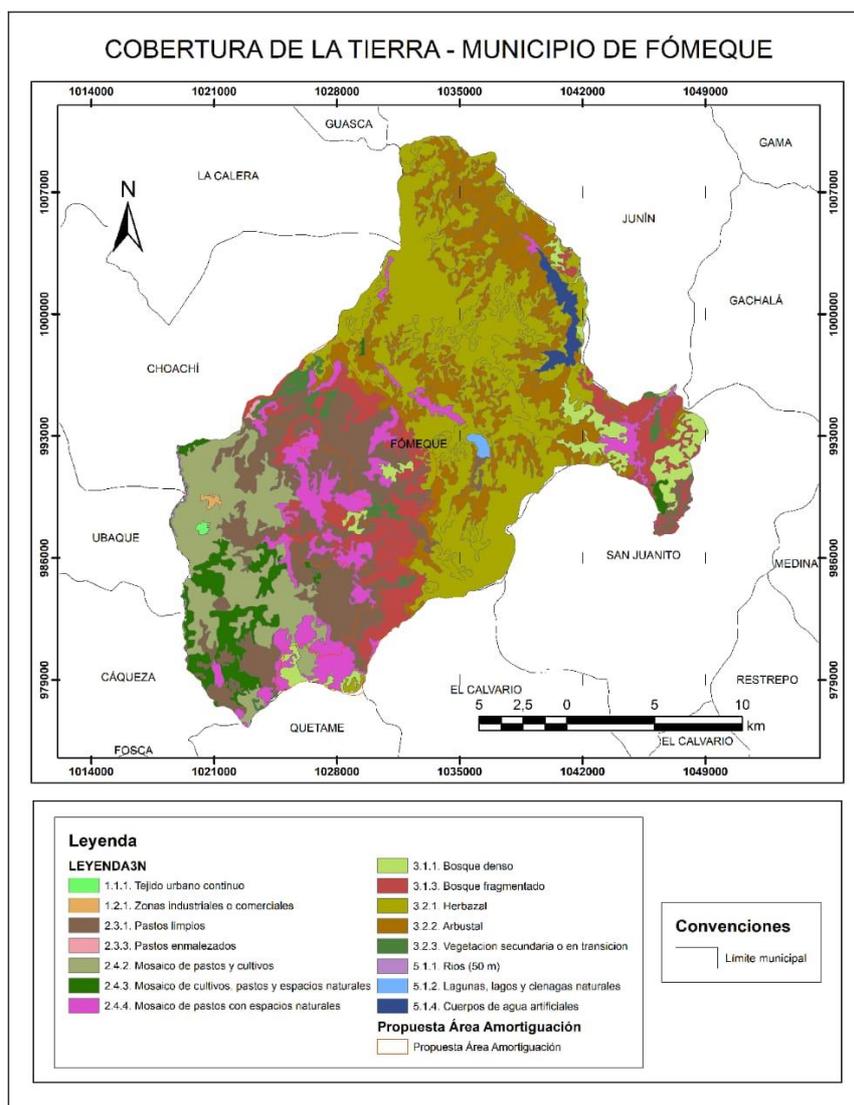
Los agroecosistemas se encuentran en gran parte del territorio municipal hasta aproximadamente los 3000 m.s.n.m., dentro de esos ecosistemas se encuentran mosaicos de cultivos y pastos, mosaicos de espacios naturales y pastos y sistemas ganaderos. Por otro lado, los bosques andinos y los bosques

andinos fragmentados componen el grupo de ecosistemas de bosques, el cual se encuentra distribuido de forma circundante al PNN Chingaza dentro de los 3000 a los 3200 m.s.n.m. (IDEAM et al., 2017) El páramo cubre la mayor parte del municipio; debido a que este se encuentra en la zona protegida, las intervenciones a este ecosistema no han sido muchas. Dentro de este ecosistema se pueden encontrar lagunas glaciales, cuerpos de agua artificiales y turbera de páramo (IDEAM et al., 2017).

○ **Cobertura de la tierra**

Según el IDEAM, en su plataforma interactiva de coberturas bajo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia en el periodo 2010-2012, Fômeque se encuentra cubierto principalmente por pastos, mosaicos de pastos con cultivos, mosaicos de cultivos, bosque denso y fragmentado. Hay una importante porción del territorio que correspondiente a Chingaza, que se encuentra cubierta por herbazales y arbustos, lo que concuerda con la vegetación autóctona del páramo (IDEAM, 2012).

Figura 11. Cobertura de la tierra

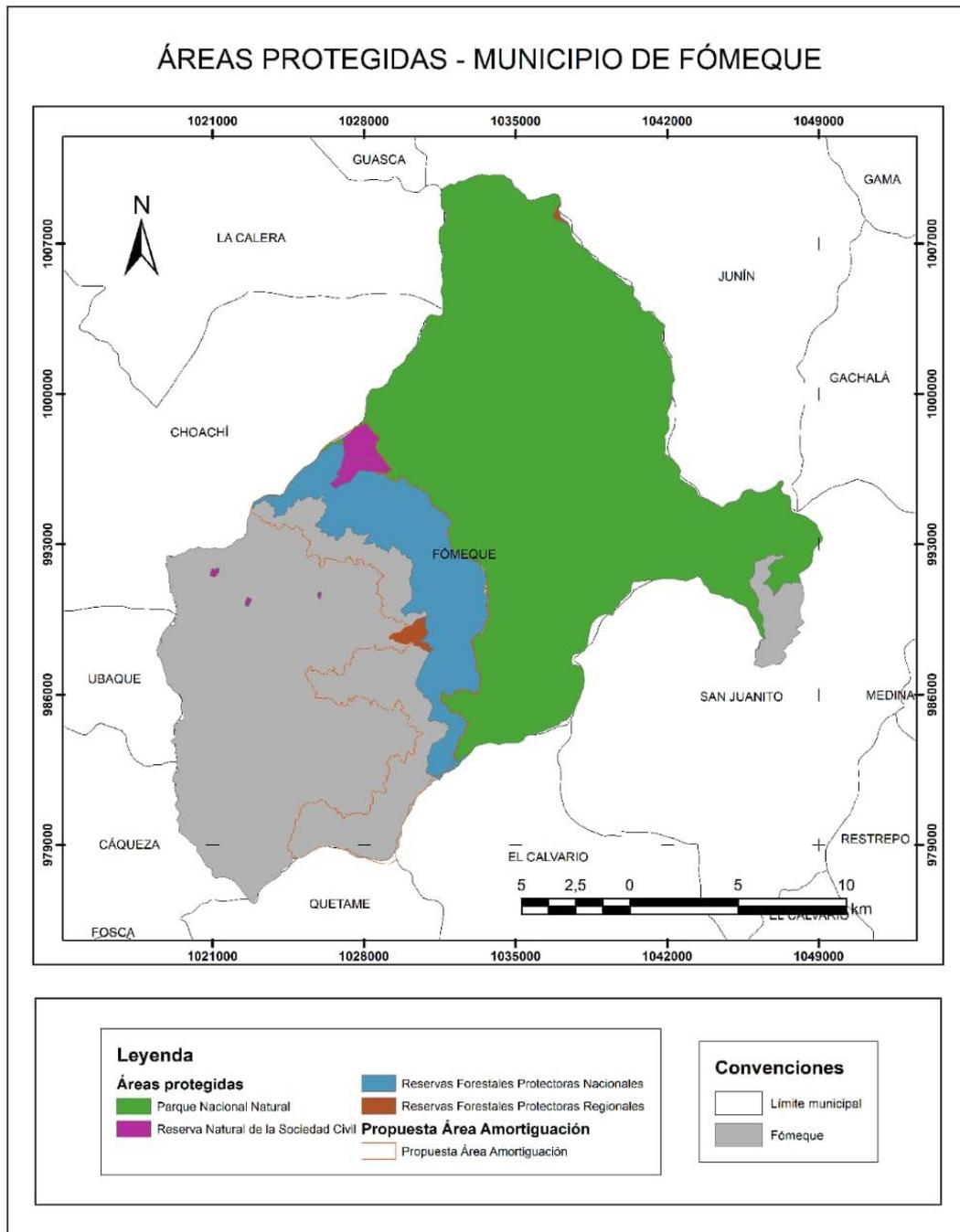


Adaptado de: IDEAM (2012) Coberturas Corine Land Cover

○ *Áreas protegidas*

Dentro de las áreas prioritarias de conservación en Fómeque, se encuentra el Parque Nacional Natural Chingaza, la Reserva Forestal Protectora Nacional Ríos Blanco y Negro, la reserva Forestal Regional Hoya Hernando y varias Reservas Naturales de la Sociedad Civil como lo son La Gruta y La Reserva (CorpoGuavio, 2015).

Figura 12. Áreas protegidas en Fómeque



Adaptado de: SPNN (2014) Registro Único Nacional de Áreas Protegidas

Dentro del municipio, el PNN Chingaza tiene una extensión de 25.882 hectáreas (Alcaldía Municipal de Fómez, 2018), lo cual es el 49% del territorio municipal; la Reserva Ríos Blanco y Negro cuenta con un área de 4.576 hectáreas (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas, 2017), es decir un 8,66% del municipio; la Reserva Hoya Hernando tiene un área de 144.88 hectáreas (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas, 2017), con el 0,3% del territorio municipal y las diferentes reservas de la sociedad civil con 52,9 hectáreas que corresponden aproximadamente al 0,1%. Para un total de 31.033,036 hectáreas, es decir, 58% del municipio se encuentra en zona prioritaria de conservación, reserva y/o protección.

Tabla 6. Porcentaje del terreno en áreas prioritarias de conservación

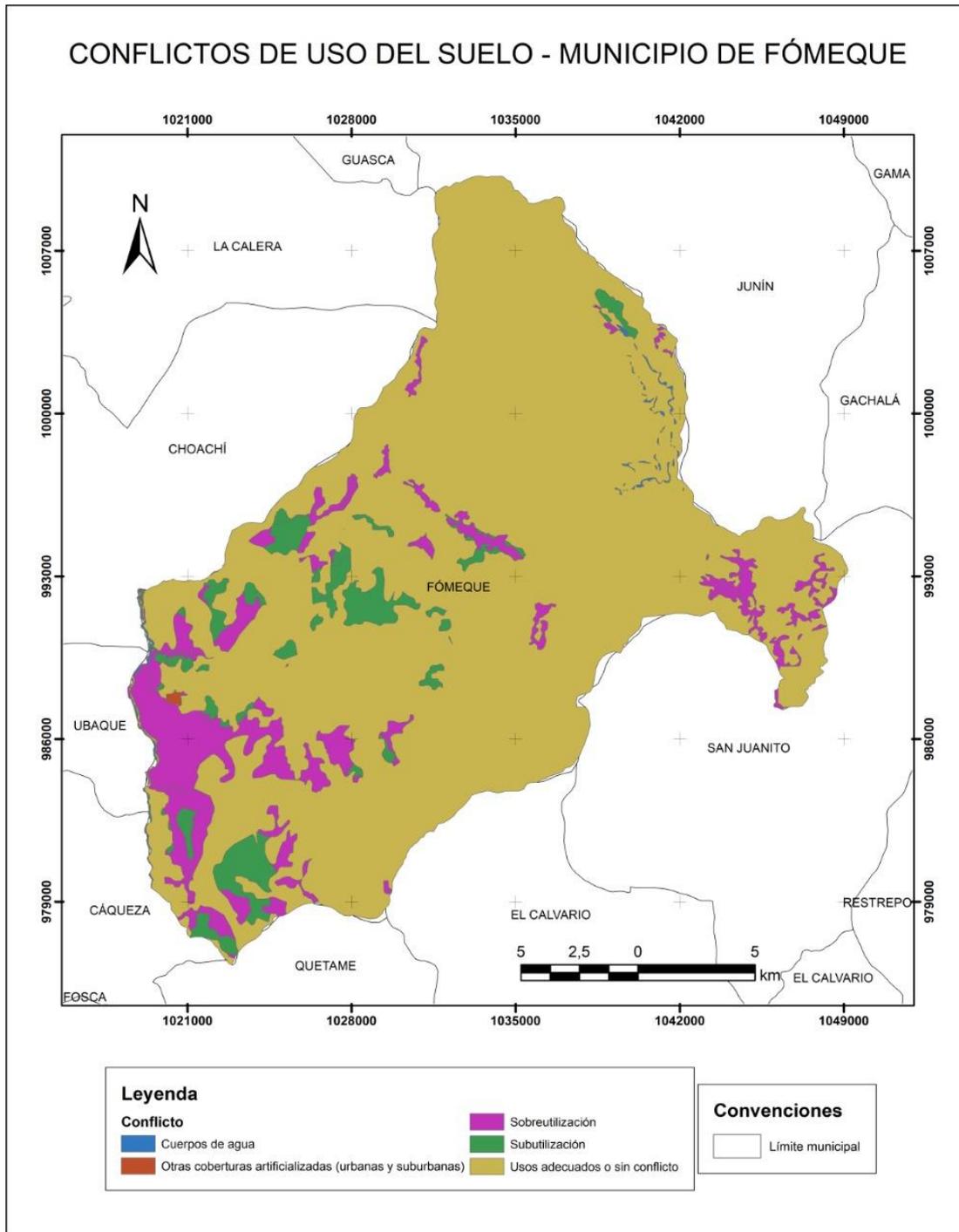
RESERVA	ÁREA (HA)	% DEL TERRITORIO
PNN CHINGAZA	25.882	49
RFP RÍOS BLANCO Y NEGRO	4.576	8,66
RFP HOYA HERNANDO	144,88	0,3
RESERVAS SOCIEDAD CIVIL	430,48	0,8
TOTAL	31.033,36	58,76

Adaptado de: Corpoguavio (2015)

○ **Conflicto de uso**

Los Conflictos de Uso resultan de la brecha que hay entre el uso del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus aptitudes, potencialidades y restricciones en las dimensiones ecológicas, económica y sociales. Para el municipio de Fómez, la mayoría del municipio cuenta con un uso adecuado y sin conflicto del suelo, pero en algunas zonas del territorio municipal se encuentran punto de sobreutilización y subutilización. La mayoría de los conflictos de sobreutilización del suelo se dan cerca a los asentamientos humanos, como lo es la cabecera municipal y el centro poblado La Unión. Mientras que las zonas de subutilización se encuentran distribuidas a lo largo del municipio (IGAC, 2013)

Figura 13. Conflictos de uso del suelo



Adaptado de: IGAC (2013) Conflictos uso del suelo, Republica de Colombia

- **Identificación y principios de la zona amortiguadora**

Como se mencionó antes, la zona amortiguadora debe asegurar el cumplimiento de los 3 principios que propone Parques Nacionales Naturales en su Manual de Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras (Parques Nacionales Naturales, 2008). Los cuales se desarrollan a continuación:

- ***Principio 1. Prevenir, mitigar y corregir las perturbaciones sobre el área protegida, y compensar los efectos de las presiones y sus problemas de configuración.***

Para que la zona escogida cumpla con este principio debe contener zonas que ayuden a prevenir, mitigar, compensar y corregir con los impactos que se puedan causar al área protegida. Debido a que el tema central de documento son las coberturas forestales, los impactos a manejar están relacionados con la deforestación.

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza, los principales impactos por la tala de árboles son la pérdida de biodiversidad, la degradación del hábitat, las variaciones en el clima, la alteración del ciclo de agua y la disminución en la oferta de recursos (Fondo Mundial para la Naturaleza ORG, 2017). Otras consecuencias de la tala son la erosión del suelo, la desestabilización de las capas freáticas y la no captura y liberación de dióxido de carbono a la atmosfera (InfoBosques, 2014).

Para darle manejo a esos impactos, la zona debe contar con:

- Áreas de conservación prioritaria que ayuden a compensar los impactos realizados, como lo son las diferentes reservas que se encuentran en el territorio municipal.
- Zonas delimitadas de producción agrícola y pecuaria con el fin de prevenir expansión de la frontera agropecuaria, como la zona de reserva y mitigación.
- Otra forma de compensación y corrección es realizar actividades que hagan contrapeso a la deforestación causada. Para esto, se puede reforestar en áreas deforestadas o en áreas aledañas a las reservas para aumentar su área y acrecentar sus servicios ecosistémicos.

- ***Principio 2. Armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos del área protegida, articulando los diferentes procesos de ordenamiento y promoviendo modelos sostenibles de uso.***

Para que se cumpla este principio la propuesta debe ser compatible con el marco de ordenamiento territorial establecido y se debe definir las áreas aledañas que contribuyan a mantener la oferta de recursos y uso sostenible de los beneficios ambientales.

Dentro del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Fómeque se tienen diversas políticas destinadas a la conservación, preservación y restauración de los recursos naturales renovables del medio ambiente (Alcaldía de Fómeque, 2000). En la siguiente tabla se muestra la política planteada en el Esquema de Ordenamiento y su alcance.

Tabla 7. Políticas en el Esquema de Ordenamiento Territorial

Política	Descripción
Política de Protección	Con esta se busca asegurar la protección de áreas de importancia ambiental para el municipio y la región, al igual que generar conciencia ambiental en los actores directos dentro de dichas áreas. Esta política va dirigida particularmente al PNN Chingaza y a la Reserva Forestal Protectora de los Ríos Blanco y Negro.
Política de Restauración	Se ejecutará en zonas que han dejado de cumplir funciones ambientales. Contempla políticas de tipo forestal, hídrico y de suelos. Incluye programas de impulso a la reforestación, de restauración vegetal y de recuperación de suelos degradados.
Política de Uso Sostenible de los Recursos Naturales	Se fundamenta en la utilización de los recursos naturales sin destruir su capacidad de auto perpetuación y va dirigida a las zonas donde hay desarrollo socioeconómico con restricciones mayores o menores. Estas políticas son incentivos a la conservación y pretenden el uso óptimo de los recursos naturales productivos mediante su adecuación a la zonificación propuesta.
Política Forestal	Su propósito es generar un cambio hacia una economía forestal sostenible que conduzca a diversificar las formas de producción actual y a impulsar nuevas formas de empleo e ingresos teniendo en cuenta las posibilidades ambientales. Prioriza la incursión de bosques protectores, agroforestería y silvicultura. Se adelantará fundamentalmente en la zona aledaña al PNN Chingaza.

Adaptada de: Alcaldía de Fómeque (2000) Esquema de Ordenamiento Territorial

Como se aprecia, las políticas establecidas en el marco de ordenamiento territorial son compatibles con la finalidad de la zona amortiguadora, ya que ambas buscan la conservación, preservación y restauración de los recursos naturales de la zona.

Por otro lado, la Reserva Forestal Protectora Ríos Blanco y Negro es un área de valor ecológico que se extiende por el límite del PNN Chingaza y presta servicios ecosistémicos como la regulación de

gases, la regulación del clima, conservación de biodiversidad, regulación hídrica, recreación, entre otros (Reina & Rivas, 2015). Por un lado, la Reserva sirve como barrera física para atenuar los impactos que puedan alcanzar el PNN, por el otro, la Reserva y sus servicios ecosistémicos ayudan a que los valores objeto de conservación del área protegida se encuentren aislados de las posibles perturbaciones, manteniendo su estabilidad en la oferta.

- ***Principio 3. Aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos que conectan el área protegida con los complejos regionales de ecosistemas.***

Para que se cumpla este principio el área escogida debe ayudar a la conectividad del área protegida con la región, se debe identificar zonas de importancia ecológica, así como zonas de significado cultural. Dentro del municipio hay aproximadamente 5.151 hectáreas de áreas prioritarias de conservación (sin contar el PNN Chingaza) las cuales están distribuidas 4 reservas: la Reserva Forestal Protectora Nacional Ríos Blanco y Negro, la reserva Forestal Regional Hoya Hernando y la Reserva Natural de la Sociedad Civil La Reserva y la Reserva Natural de la Sociedad Civil La Gruta (CorpoGuavio, 2015). Estas reservas se encuentran a partir de los 2600 m.s.n.m., lo cual es un determinante de importancia a la hora de delimitar bien la zona amortiguadora a proponer.

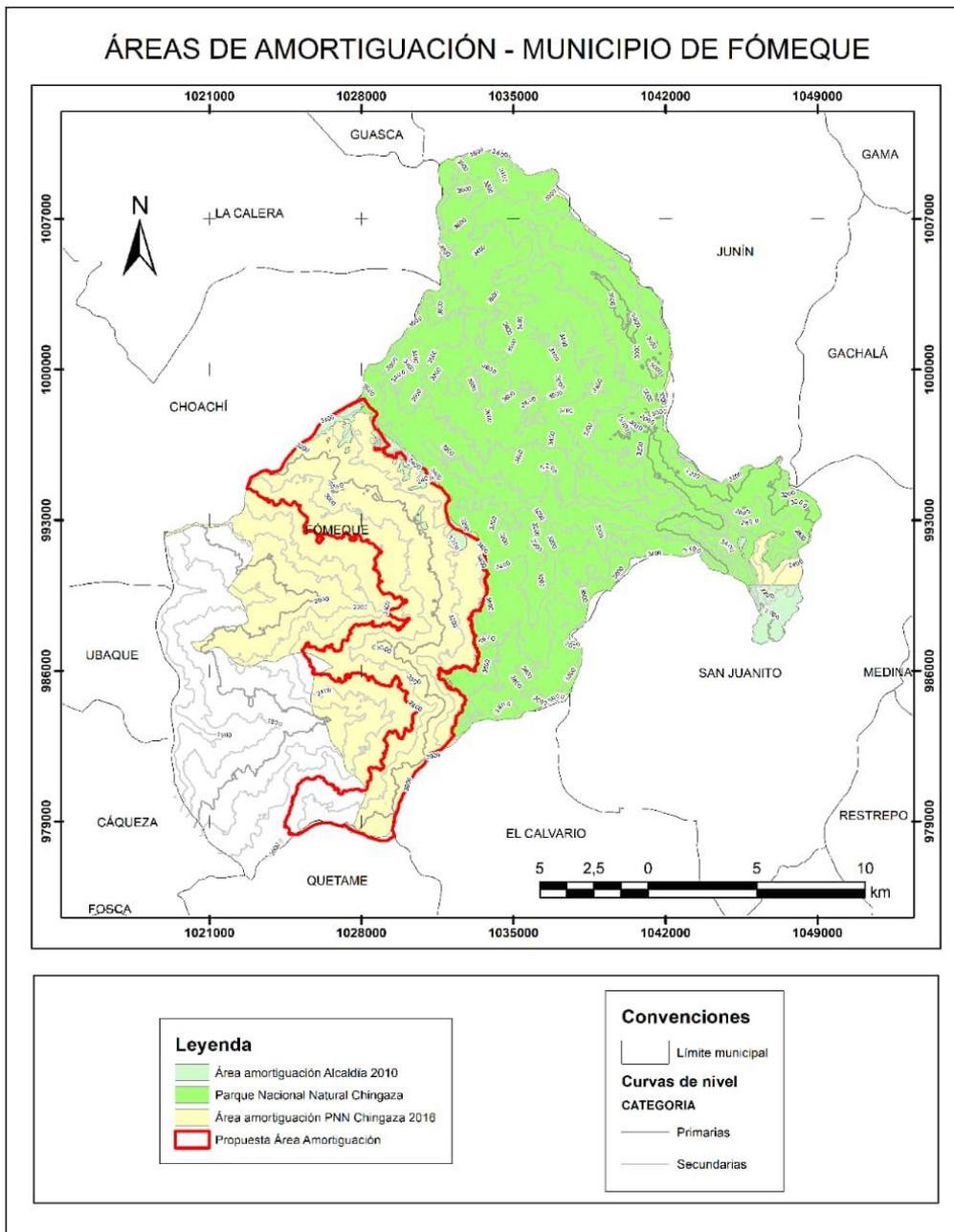
Por otro lado, la conectividad entre la zona de protección y la zona de producción se va a asegurar mediante la zonificación gradiente de la zona amortiguadora. Es decir, el área amortiguadora se divide en 4 zonas: la zona de desarrollo, la zona de mitigación, la zona de compensación y la zona de protección. La zona de desarrollo debe ser la zona que se encuentre próxima a los lugares de producción donde se presentan actividades agrícolas y pecuarias en gran volumen, en esta zona la producción tendrá una restricción media, debido a que se busca que se implementen buenas prácticas que vayan de la mano con el uso óptimo de los recursos y con el desarrollo sostenible de la región.

La zona de mitigación debe ser aledaña a la zona de desarrollo, debido a que esta debe atenuar los impactos que se puedan dar y esta ayuda a controlar la expansión de fronteras agrícolas. La zona de compensación se encuentra entre la zona de mitigación y la zona de protección y su función es servir de instrumento para llevar a cabo acciones que hagan contrapeso y ayuden a resarcir los impactos causados. Por último, la zona de protección es una zona aledaña al área protegida, con muy poca intervención con actividades de producción muy restringidas; dicha zona aporta a la conservación del área protegida.

- **Delimitación y caracterización de la zona amortiguadora**

Teniendo en cuenta la caracterización global del territorio y los principios que debe cumplir la zona amortiguadora, el área de amortiguación resultante tiene un área 9.047,53 hectáreas que abarcan toda la extensión del municipio que va desde los 2600 hasta los 3400 m.s.n.m., como se aprecia en la Figura 14. La zona amortiguadora abarca parte de 12 veredas: Cananea, Hato viejo, Chinía, Quebrada Blanca, Coasavista, El Paval, Cuequetá, Cuequetica, Guane, La pastora, San Lorenzo y La Moya (Anexo 5).

Figura 14. Diferentes áreas de amortiguación propuestas.

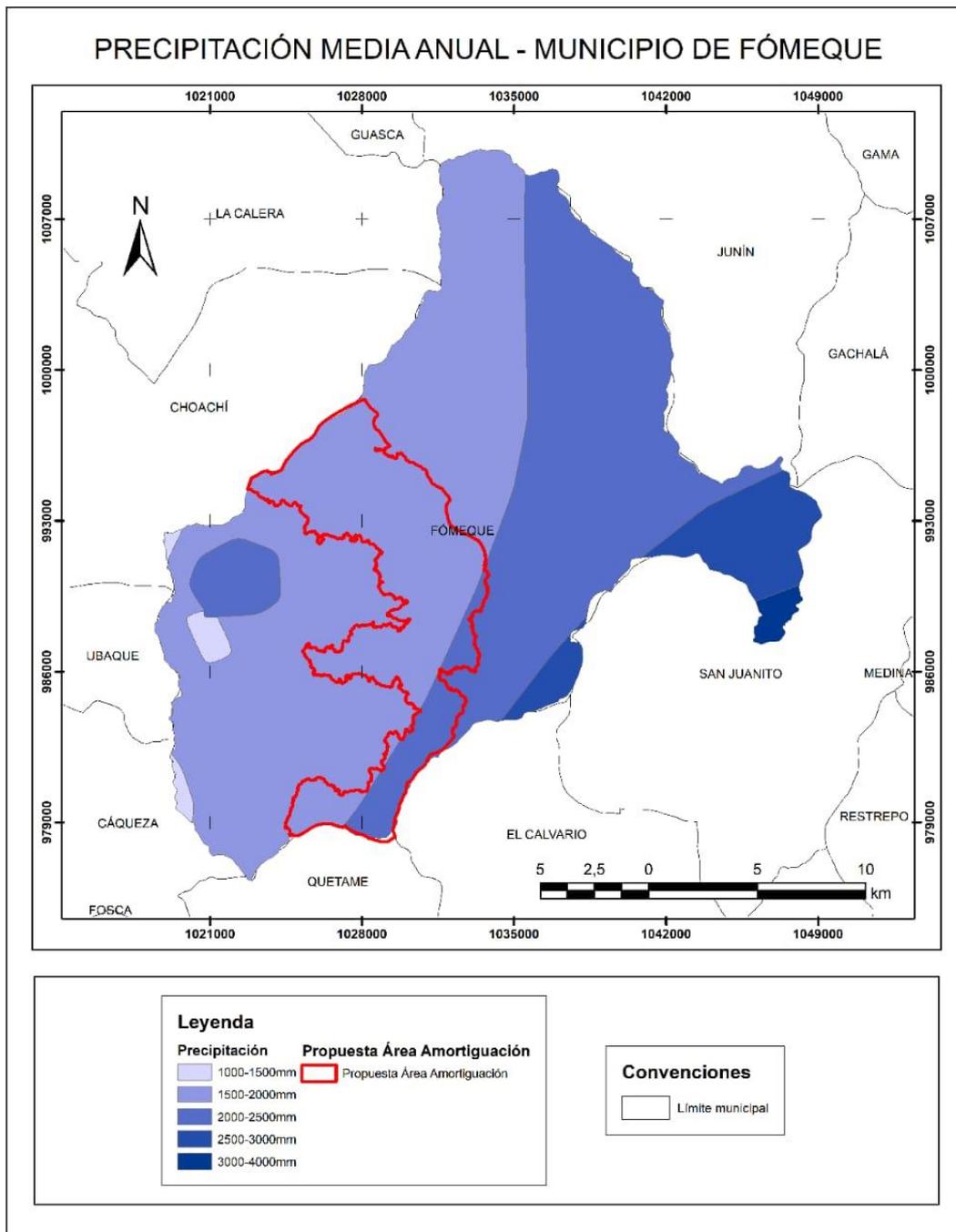


Adaptado de: Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016) y Alcaldía de Fómeque (2010).

○ **Precipitación**

Según el Mapa de Precipitación Total Anual de la Republica de Colombia del IDEAM, la zona amortiguadora propuesta se caracteriza por presentar 2 rangos de precipitación. En la mayoría de la zona se presenta una precipitación entre 1500 a 2000 mm, mientras que en la minoría hay una precipitación de 2000 a 2500 mm (IDEAM, 2012).

Figura 15. Precipitación media anual de la zona amortiguadora propuesta

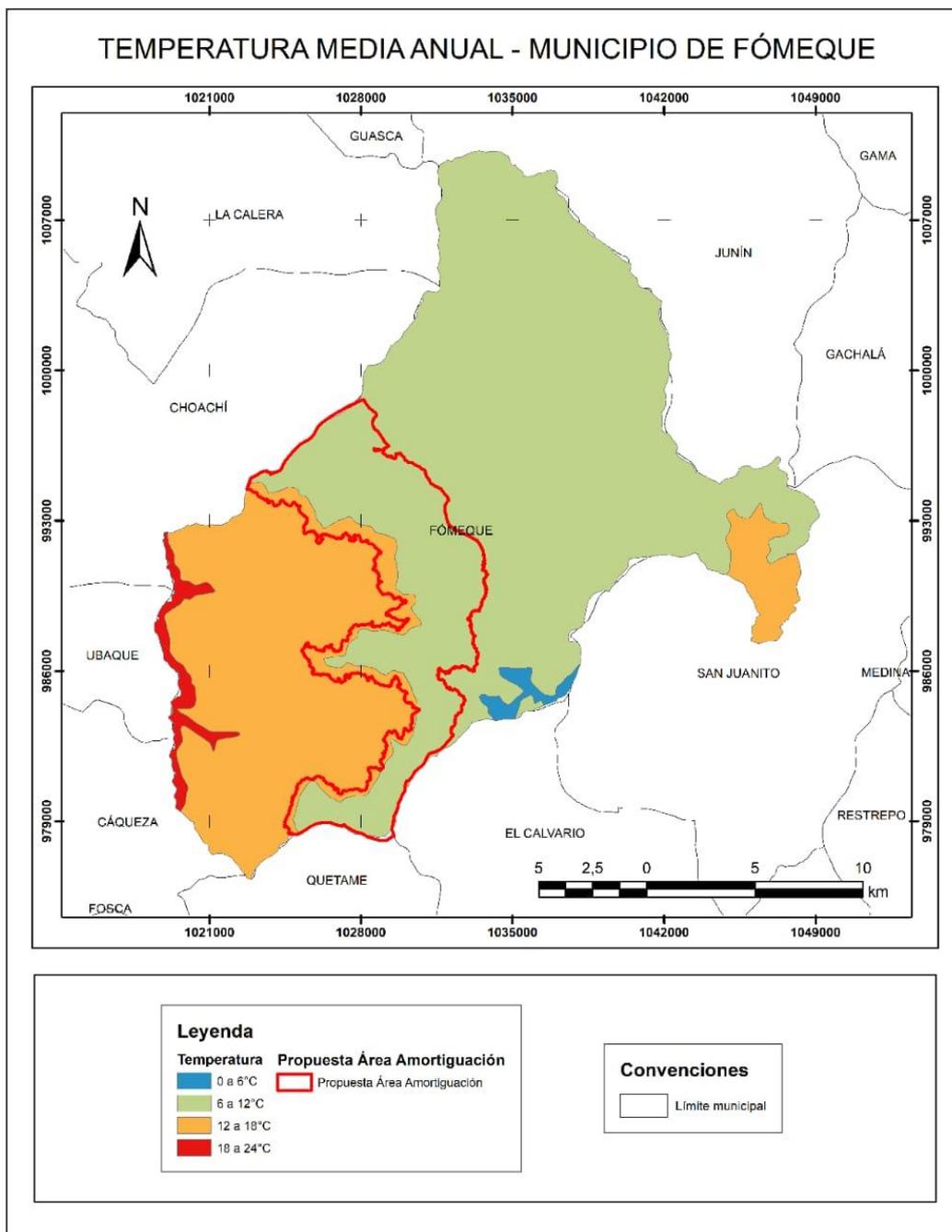


Adaptado de: IDEAM (2012) Mapa de Precipitación Total Anual de la Republica de Colombia.

○ **Temperatura**

El IDEAM también plasma la temperatura media anual para Colombia el 2012; para la zona amortiguadora propuesta, la mayoría del territorio se presenta una temperatura de 6 a 12 centígrados, hay una franja mínima de 12 a 18 grados Celsius (IDEAM, 2012). Lo anterior concuerda con el Anexo 4, que relaciona la temperatura con la altitud, estableciendo que de los 1801 a los 2800 m.s.n.m. se da un piso térmico frío, es decir una temperatura entre los 12 a los 18 centígrados, mientras que de los 2801 a los 3700 m.s.n.m. se da un rango de temperatura frío de 6 a 12 grados Celsius.

Figura 16. Temperatura media anual de la zona amortiguadora

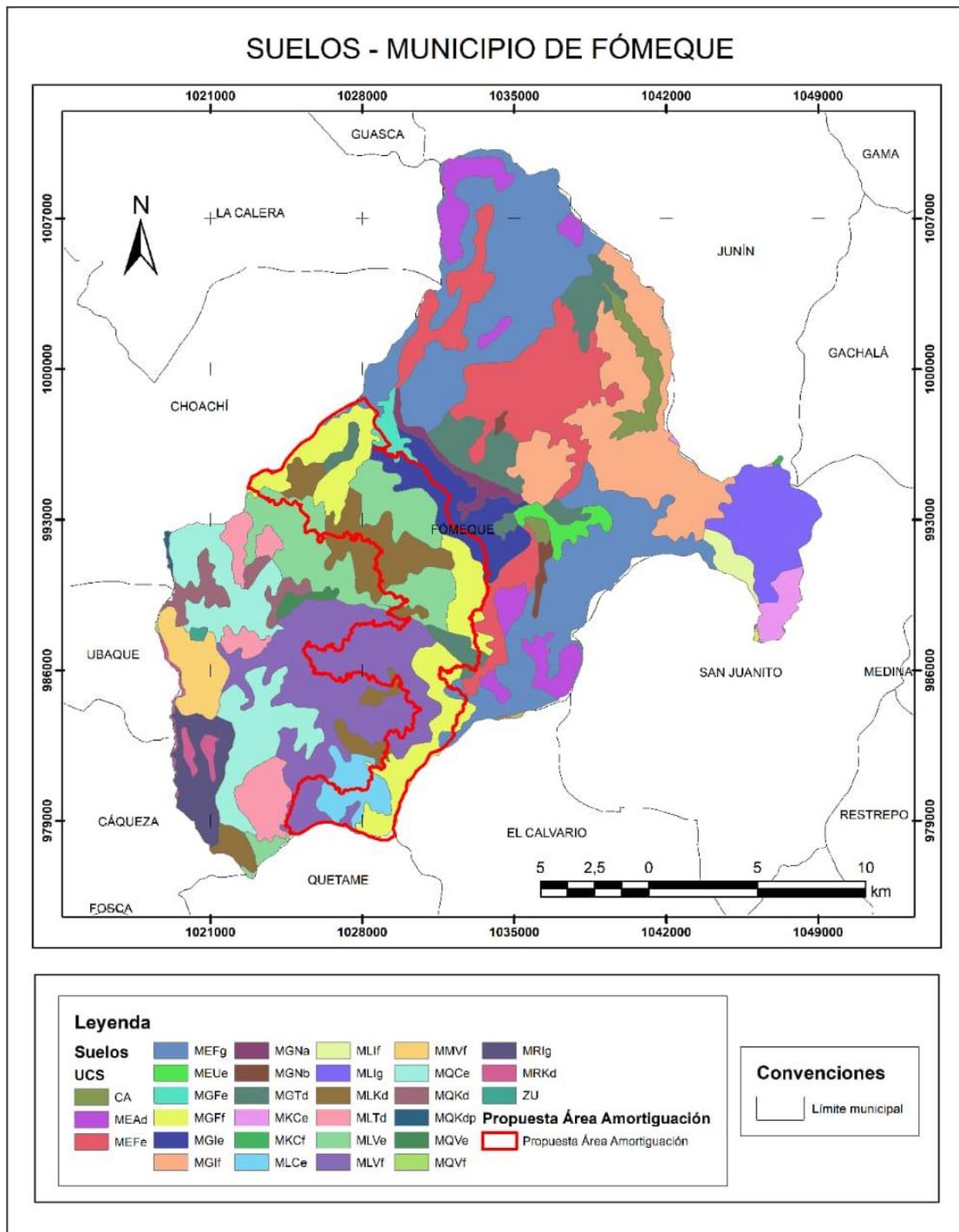


Adaptado de: IDEAM (2012) Mapa de temperatura media anual de la Republica de Colombia

○ *Suelos*

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en su mapa Suelos del Territorio Colombiano, departamento: Cundinamarca (2009), a nivel general los suelos de la zona amortiguadora se caracterizan por ser suelos profundos a superficiales, bien drenados, con texturas finas a moderadamente gruesas, presentan un pH medianamente ácido y fertilidad moderada (Anexo 6).

Figura 17. Suelos en el área amortiguadora propuesta

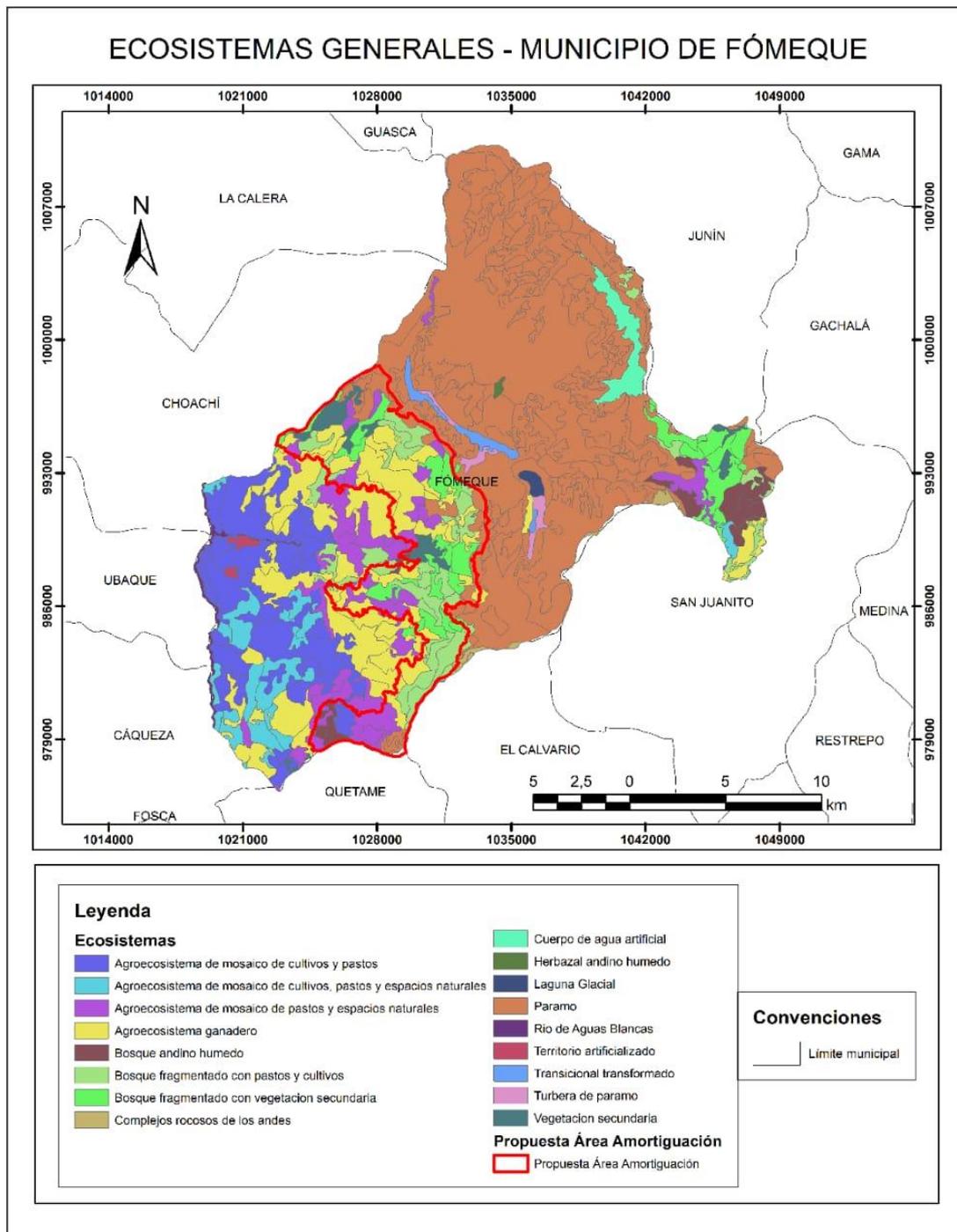


Adaptado de: IGAC (2009) Suelos del territorio colombiano

○ *Ecosistemas*

Según el último estudio de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia que realizó el IDEAM junto a varios institutos de investigación ambiental (2017), la zona amortiguadora propuesta se compone de ecosistemas de bosques fragmentado, agroecosistema ganadero y agroecosistema de mosaico de pastos y espacios naturales (IDEAM et al, 2017)

Figura 18. Ecosistemas en la zona amortiguadora

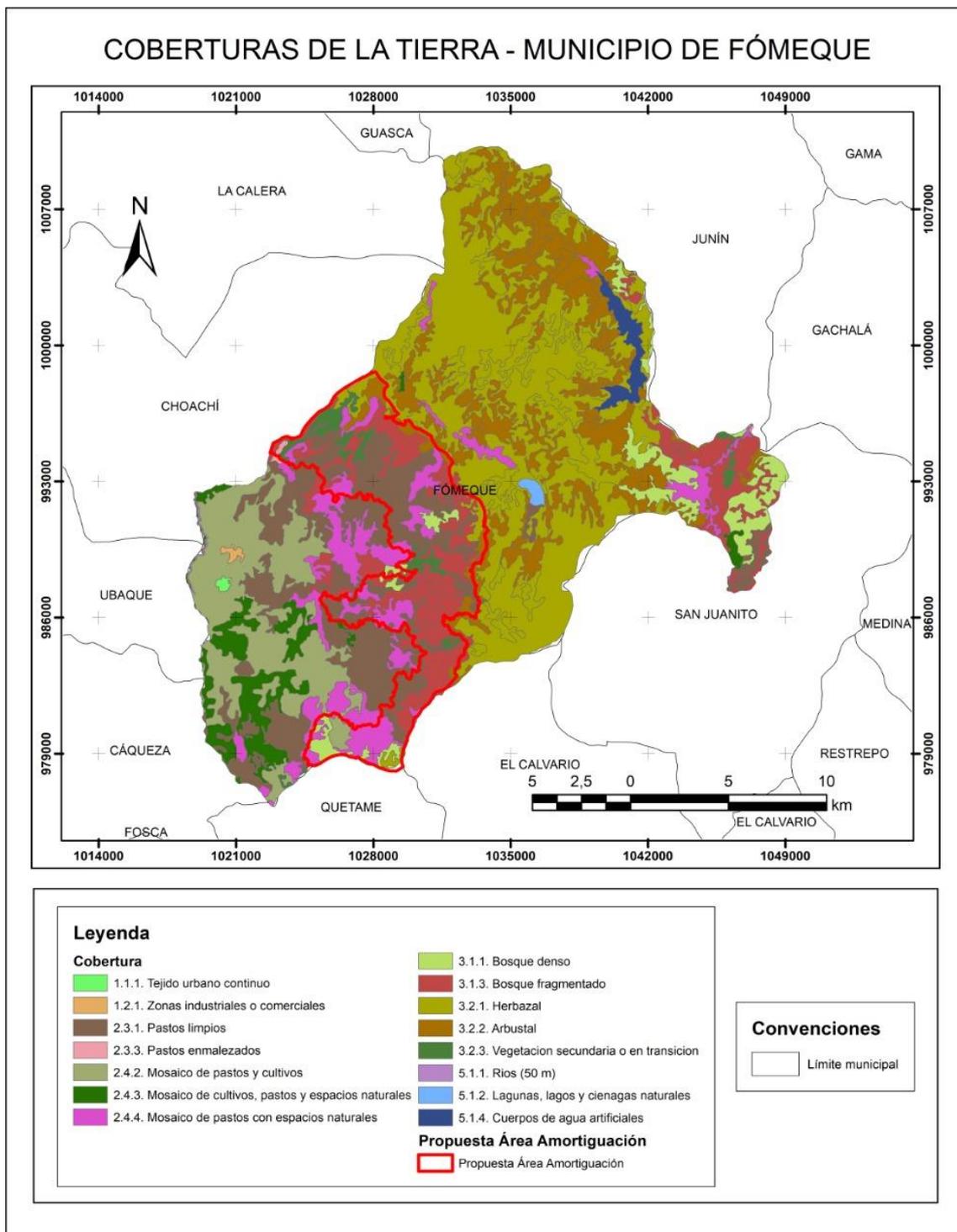


Adaptado de: IDEAM et al (2017) Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia

○ *Cobertura vegetal*

Según el IDEAM, en su plataforma interactiva de coberturas bajo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia en el periodo 2010-2012, la zona amortiguadora se encuentra cubierta principalmente por bosque fragmentado, mosaicos de pastos con espacios naturales y pastos limpios (IDEAM, 2012).

Figura 19. Cobertura de la tierra en la zona amortiguadora propuesta

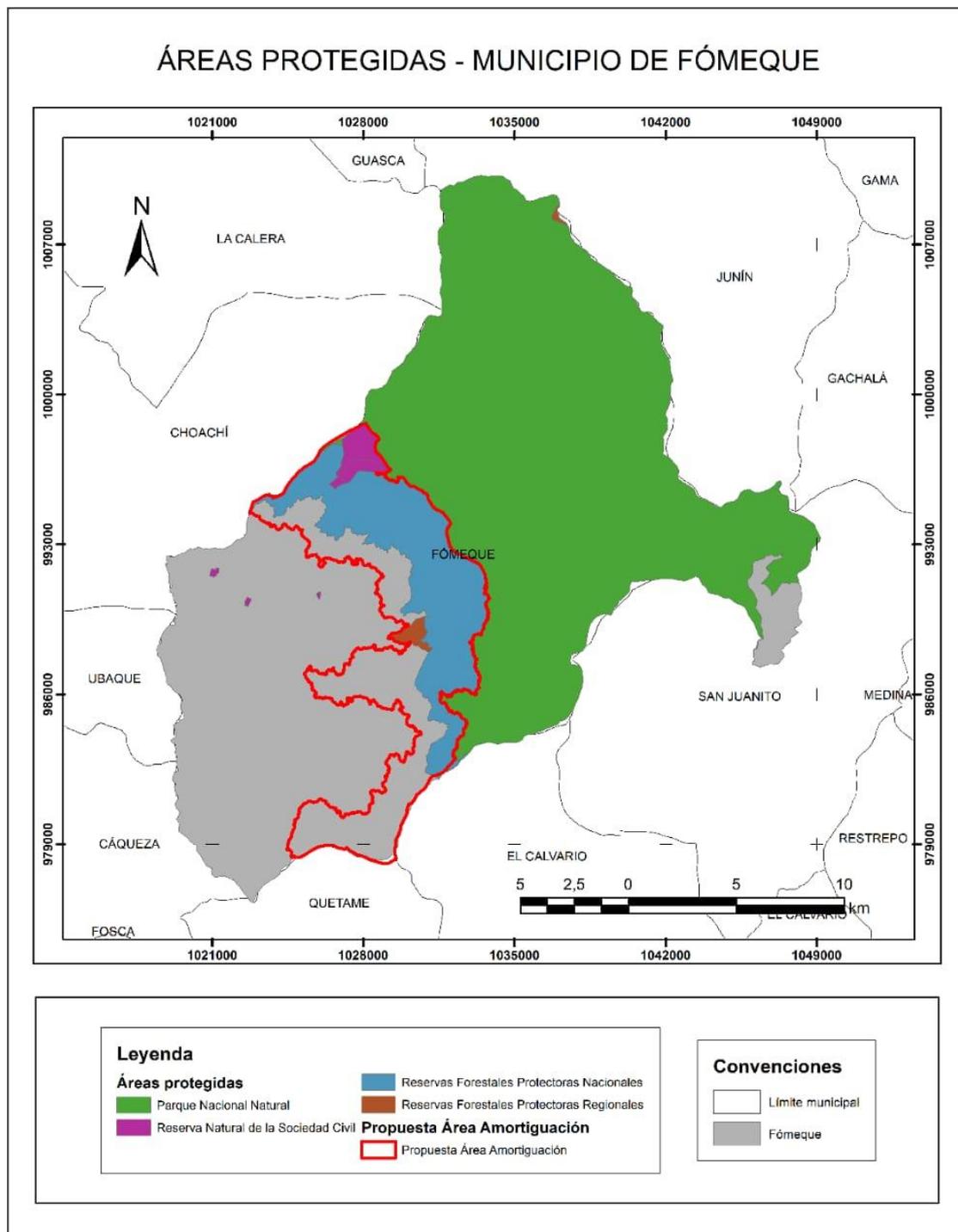


Adaptado de: IDEAM (2012) Mapa de coberturas Corine Land Cover

○ *Áreas protegidas*

Dentro de las áreas prioritarias de conservación que se encuentran en la zona de amortiguación está la Reserva Forestal Protectora Nacional Ríos Blanco y Negro, la reserva Forestal Regional Hoya Hernando y varias Reservas Naturales de la Sociedad Civil como lo son La Gruta y La Reserva (CorpoGuavio, 2015).

Figura 20. Áreas protegidas en la zona amortiguadora propuesta

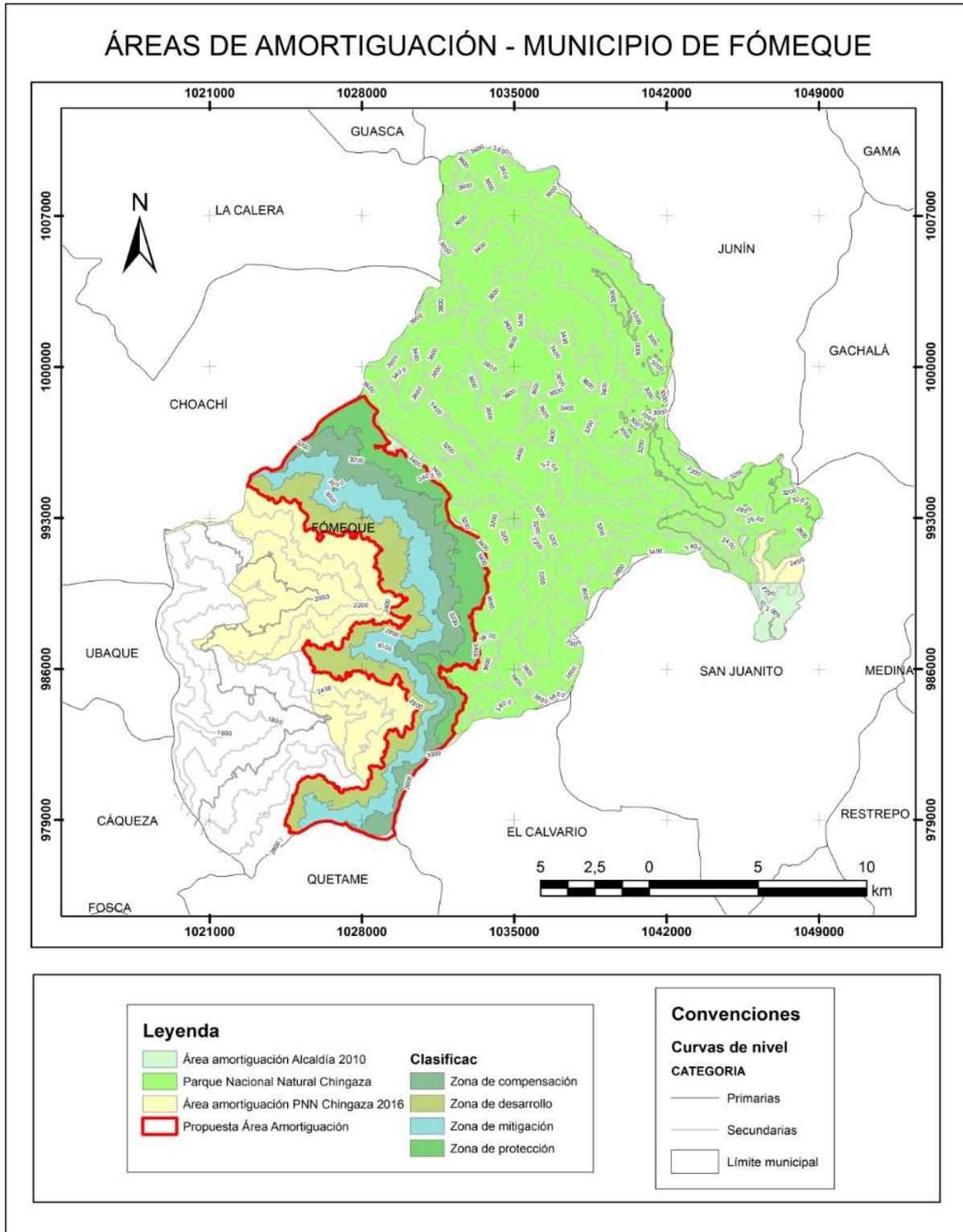


Adaptado de: SPNN (2014) Registro Único Nacional de Áreas Protegidas

○ *Zonificación del área propuesta*

Como se mencionó en el principio 3, el área amortiguadora propuesta se divide en 4 zonas (Figura 21):

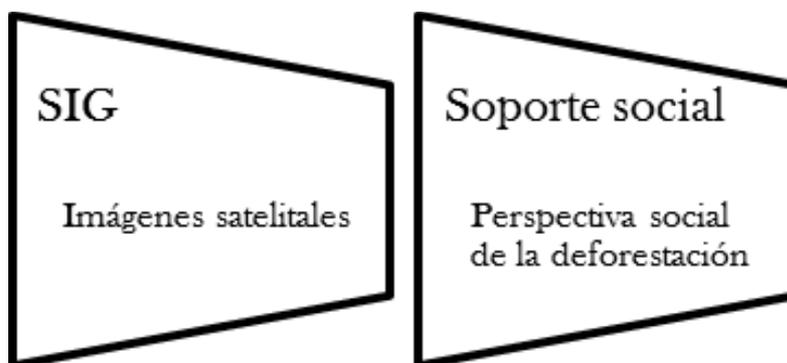
Figura 21. Zonas del área amortiguadora propuesta



- **ZONA DE DESARROLLO:** con 2.409,01 hectáreas desde los 2600 hasta los 2800 m.s.n.m., se encuentra próxima a los lugares de producción donde se presentan actividades agrícolas y pecuarias en gran volumen. En esta zona de desarrollo se busca garantizar la producción sostenible de la población allí asentada, por esta razón la producción tendrá una restricción media, debido a que se busca la implementación de buenas prácticas que vayan de la mano con el uso óptimo de los recursos y con el desarrollo sostenible de la región. La producción sostenible se dará en toda la zona, siempre que se respeten las áreas prioritarias de conservación y los cuerpos de agua allí presentes.
- **ZONA DE MITIGACIÓN** consta de 2.749,87 hectáreas y va desde los 2800 a los 3000 m.s.n.m., aledaña a la zona de desarrollo, debido a que esta ayudará atenuar los impactos que se puedan dar y servirá como punto de control para evitar la expansión de fronteras agropecuaria.
- **ZONA DE COMPENSACIÓN** con un área de 2.010,73 hectáreas ubicadas entre los 3000 a los 3200m.s.n.m., se encuentra entre la zona de mitigación y la zona de protección. Su función es servir de instrumento para llevar a cabo acciones que hagan contrapeso y ayuden a resarcir los impactos causados.
- **ZONA DE PROTECCIÓN** con 1.877,92 hectáreas situadas desde los 3200 a los 3400 m.s.n.m., es una zona aledaña al área protegida, donde la producción debe ser muy restringida o casi nula, con el ánimo no alterar ni perturbar las condiciones ambientales existentes. Las acciones por llevar al cabo en esta zona deben aportar al cumplimiento de los objetivos de conservación del área protegida.

Objetivo 2: Cuantificar espacialmente la deforestación que se ha dado en el área de amortiguamiento del PNN municipio durante los últimos 50 años.

Figura 22. Metodología objetivo 2



Fuente: desarrollada por el autor

El desarrollo de este objetivo se divide en dos partes: el tratamiento de imágenes satelitales para hacer el análisis multitemporal de la deforestación en la zona amortiguadora y la perspectiva social para evaluar cualitativamente la percepción de la deforestación por los habitantes de la zona amortiguadora.

- ***Cuantificación de la deforestación desde 1991 hasta el 2018***

Para la primera fase, se definió un periodo de tiempo de 50 años debido a que Miranda y Torres en el 2010, exponen que la recuperación de la cobertura vegetal después de este tiempo se dificulta debido a que el suelo pierde características fisicoquímicas necesarias para el crecimiento de la cobertura vegetal (Miranda & Torres, 2010). No se pudo cumplir con este límite de tiempo establecido debido a que:

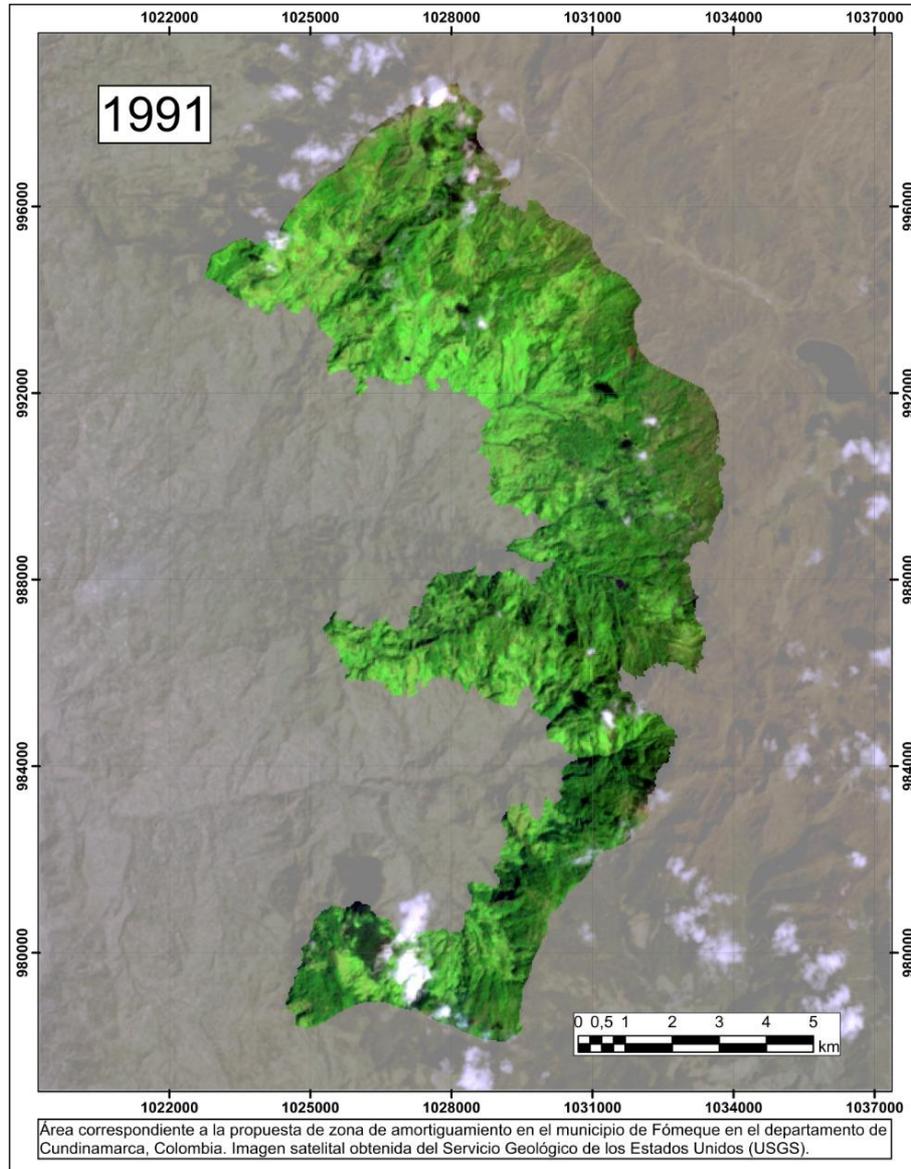
- Las líneas de vuelo disponibles en el IGAC cubren parcialmente o no cubren la zona de estudio (Anexo 7). y para las líneas de vuelo desde las cuales existe disponibilidad de la zona de estudio (año 1993 y 1997), se necesitan aproximadamente entre 20 a 25 fotos aéreas por año. Teniendo en cuenta que cada fotografía área a blanco y negro tiene un valor aproximado de \$27.000, sería un total aproximado de \$1.100.000, siendo una dificultad en el presupuesto establecido para el desarrollo de la investigación.
- Otro inconveniente es que las líneas de vuelo no siguen la misma ruta, por lo que no se puede tener un seguimiento certero de zona específicas.
- Las imágenes satelitales de una fecha cercana a 1968 que se encontraban disponibles no cuentan con las características de resolución necesarias para poder hacer el análisis, debido a la tecnología de la época. A esto, se le suma que la zona presenta un rango importante de precipitación por lo que la presencia de nubes es constante en las imágenes satelitales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decidió trabajar con imágenes satelitales teniendo en cuenta accesibilidad, calidad y resolución. La metodología aplicada para alcanzar esta fase del segundo objetivo fue:

- Descarga de imágenes satelitales: las imágenes se obtuvieron de la plataforma EarthExplorer que hace parte del Servicio Geológico de los Estados Unidos. En total se descargaron cuatro imágenes correspondientes a los años 1991, 2001, 2010 y 2018; el promedio diferencia temporal entre una imagen y la otra es de 9 años. Para los años 1991, 2001 y 2010 se descargaron imágenes capturadas por el sensor Landsat 5 con una resolución espacial de 30

metros. Para la imagen del año 2018 se descargó una imagen del sensor Landsat 8 con una resolución espacial de 15 metros en la banda pancromática y 30 metros para las bandas restantes.

Figura 23. Cobertura boscosa tratada para la zona amortiguadora propuesta 1991.

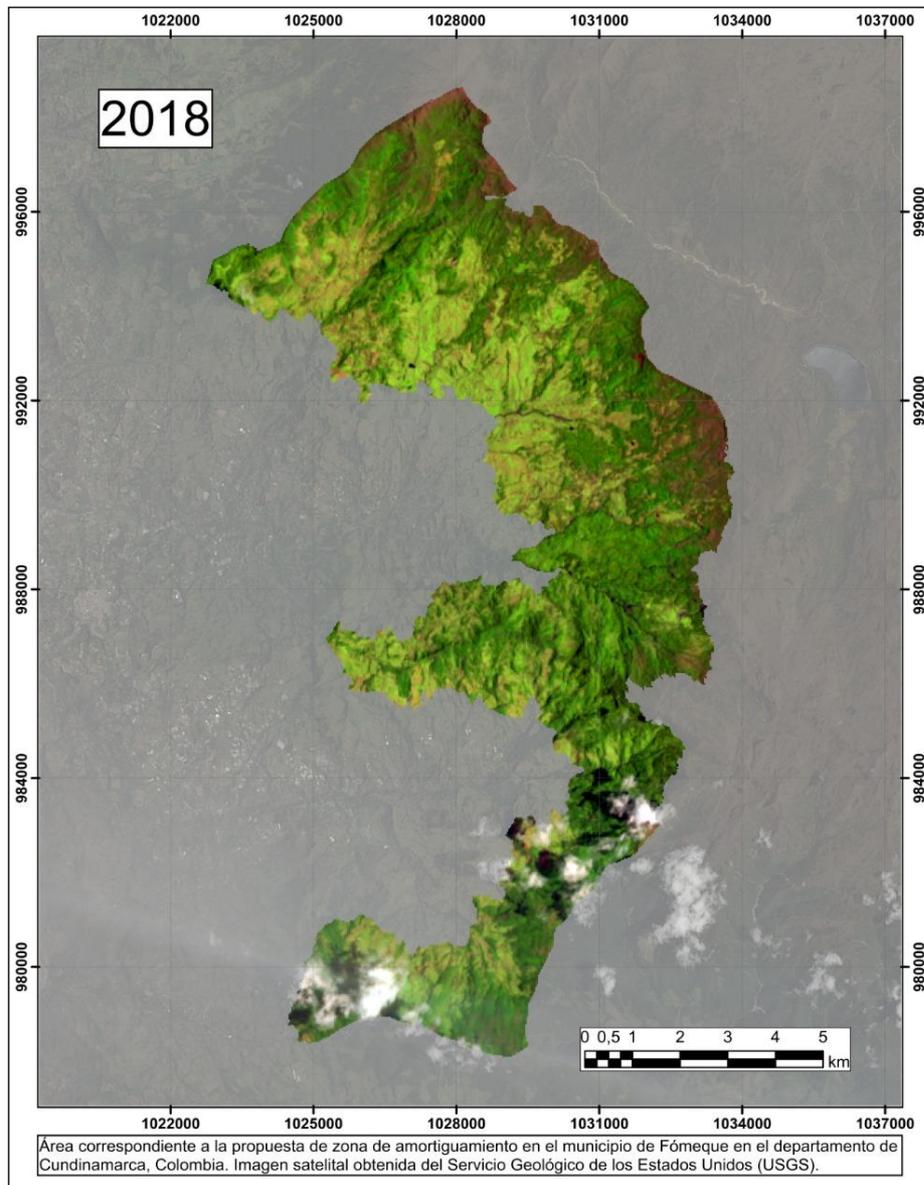


Adaptada de: Servicio Geológico de los Estados Unidos

- Integración de las imágenes de a ArcGIS y análisis de vegetación: Para un mejor tratamiento y una mejor interpretación de las imágenes, es necesario hacer uso del software ArcGIS 10.3 para realizar la interpretación de la cobertura vegetal de bosque. A pesar de que las imágenes satelitales sin tratamiento muestran de manera correcta la zona de estudio (Anexo 8, 9, 10 y 11), es necesario combinar las diferentes bandas captadas por el sensor para tener una mejor aproximación de la información requerida. Para las imágenes tomadas con el sensor Landsat

7 fue necesario combinar las bandas 7, 4, 1 para resaltar las áreas de boscosas presentes en el lugar. Por otro lado, la combinación para la imagen obtenida de Landsat 8 es un poco diferente, ya que las bandas requeridas para realizar tal procedimiento son 6, 5, 4.

Figura 24. Cobertura boscosa tratada para la zona amortiguadora propuesta 2018.

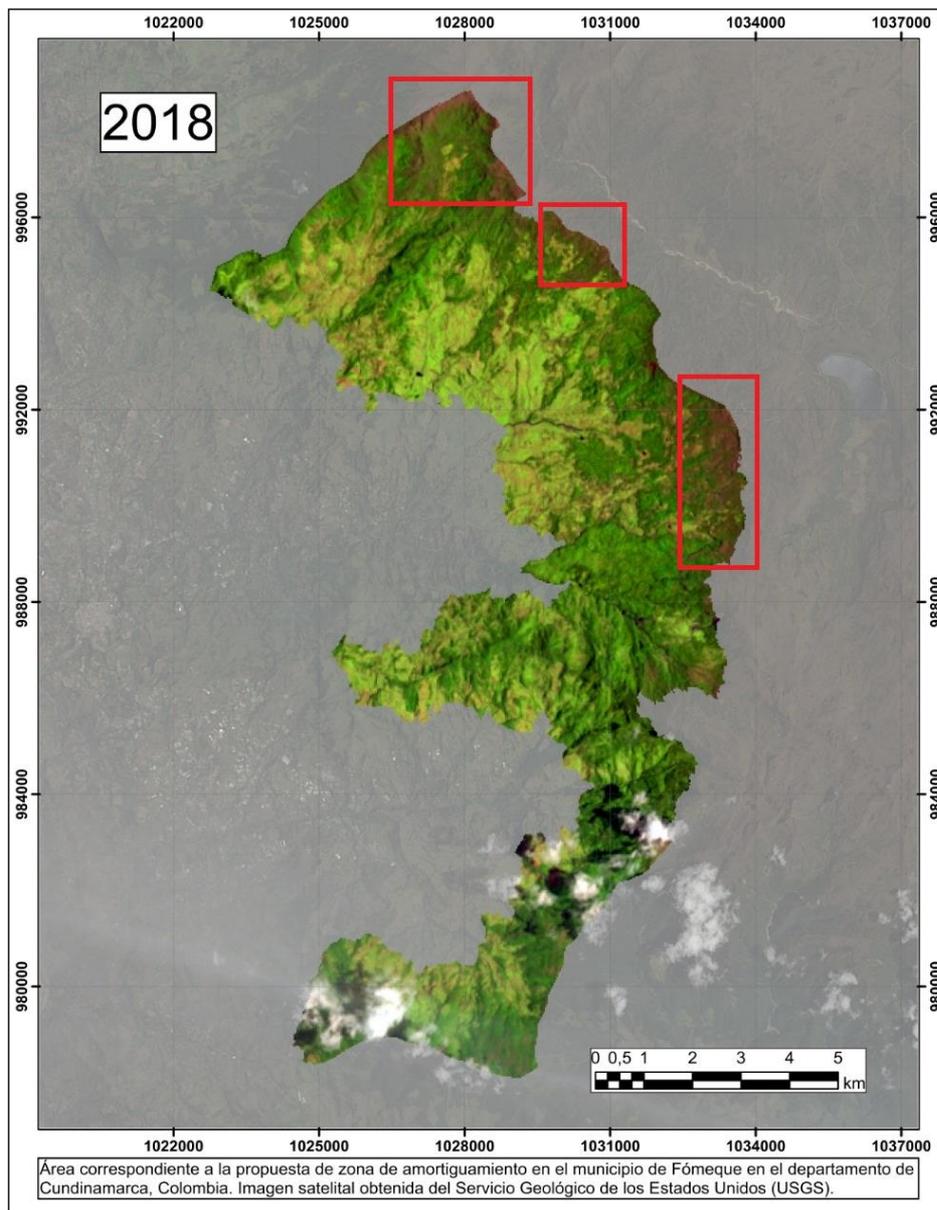


Adaptada de: Servicio Geológico de los Estados Unidos

- Selección de la información necesaria para el área de estudio: Una vez combinas las bandas de los sensores y componer la imagen que muestra mejor los bosques, se realizó un recorte del área de la propuesta de la zona de amortiguación para disminuir la escala de trabajo y aumentar la precisión de los resultados.

- Cuantificación del área: Para hallar el área de la cobertura boscosa de la propuesta de área amortiguadora, se realizó la identificación las zonas boscosas de la imagen satelital y se obtuvo el área de la cobertura. Luego se compararon las áreas para determinar el cambio de la cobertura boscosa.

Figura 25. Focos de deforestación en el área amortiguadora propuesta 2018



Adaptada de: Servicio Geológico de los Estados Unidos

Dentro de los resultados relevantes de la metodología se obtiene que para el año 1991 hay un área con cobertura boscosa de 5.990,30 hectáreas (Figura 23.), mientras que para el año 2018 hay 5.006,76

hectáreas (Figura 24.), lo que indica que, en 27 años, hubo una reducción de 983,54 hectáreas de bosque en el área de amortiguamiento propuesta.

Comparando el mapa de 1991 (Figura 23.) con el mapa de 2018 (Figura 24.) se puede ver que para el 2018 la tonalidad verde, que corresponde a las zonas de cobertura boscosa, ha disminuido en tres focos. El primero se encuentra en la punta norte del municipio a la altura de 3400 m.s.n.m., donde se ubican las Reservas Naturales de La Sociedad Civil La Gruta y La Reserva, en este foco hay una pérdida de cobertura boscosa de 301,22 hectáreas.

El segundo foco de deforestación También se encuentra a los 3400 m.s.n.m. en el límite con el área protegida, este foco es el que menos presenta deforestación con 203,15 hectáreas. El tercer foco también se encuentra en el límite con el PNN Chingaza a la altura de los 3400 m.s.n.m., presentando la mayor tasa de deforestación con 342,59 hectáreas. El resto de las hectáreas deforestadas se encuentran distribuidas a lo largo de la zona de amortiguamiento propuesta. Como lo afirma el IDEAM, la deforestación en los límites del área protegida (PNN Chingaza) puede ser consecuencia de la falta de control por parte de la autoridad ambiental competente (IDEAM, 2011)

Tabla 8. Distribución de la deforestación en la zona de amortiguamiento

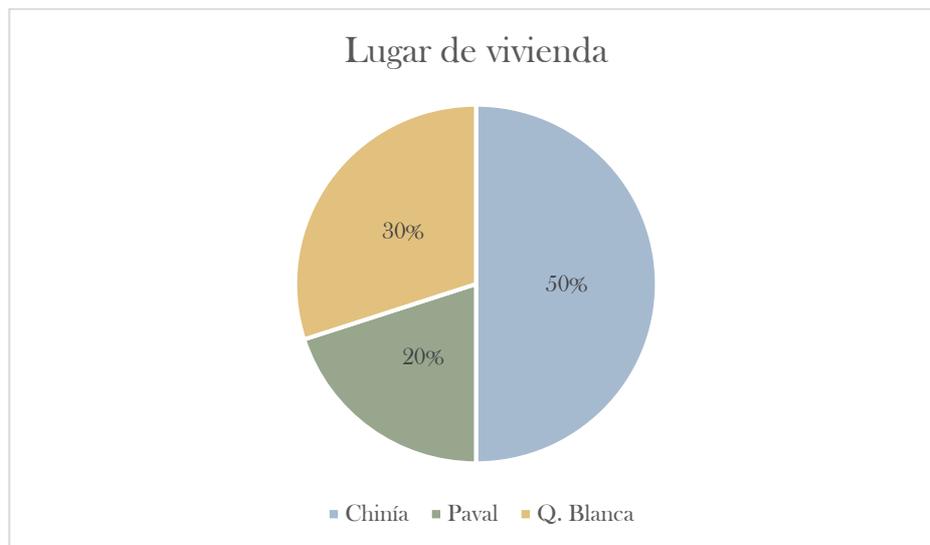
LUGAR	ÁREA DEFORESTADA (HA)	% DEFORESTACIÓN
FOCO 1	301,22	30,63
FOCO 2	203,15	20,64
FOCO 3	342,59	34,83
DEFORESTACIÓN DISPERSA	136,58	13,90
TOTAL	983,54	100%

- **Percepción social de la deforestación**

Por otro lado, se realizó una entrevista a los habitantes de la zona amortiguadora propuesta, con el fin de entender la deforestación desde la percepción social de la comunidad. Para esto el día 29 de septiembre se entrevistó a 10 personas que en las veredas Chinía, Paval y Quebrada Blanca, veredas que hacen parte del área de influencia de la zona amortiguadora propuesta (Anexo 12). La entrevista estaba enfocada a levantar información sobre las formas de producción, los cambios en la vegetación y si había algún interés en implementar sistemas sostenibles como formas alternas de producción.

De las personas entrevistadas seis fueron hombres cuatro mujeres, El 50 % de la muestra pertenece a la vereda Chinía, el 30% a la vereda Quebrada Blanca y el 20% a la vereda El Paval (Figura 25). Las edades varían entre los 43 y los 73 años, con un promedio aproximado de 56 años.

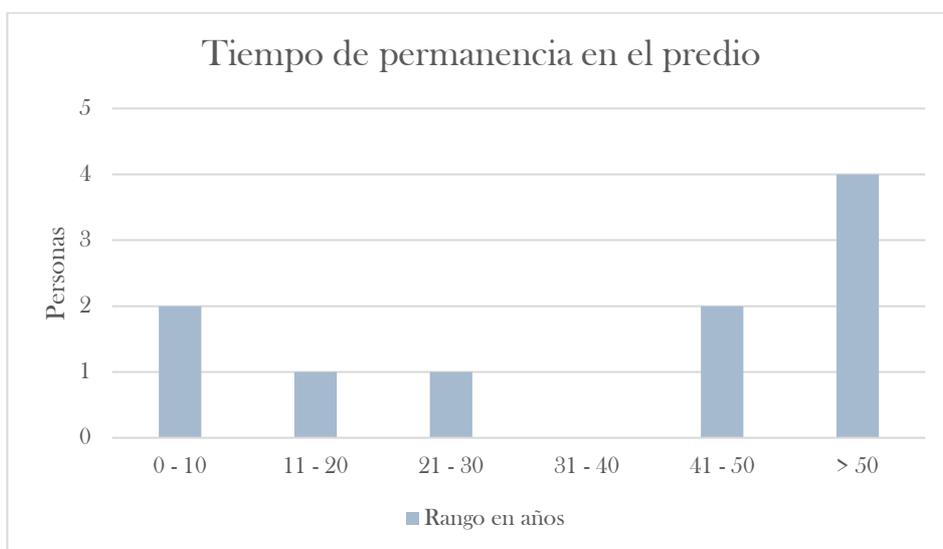
Figura 26. Veredas donde habitan los entrevistado



Fuente: desarrollada por el autor

De las 10 personas entrevistadas, 8 son dueños del predio y 2 lo arriendan hace menos de 10 años. 4 personas han vivido más de 50 años en su predio, seguidos de 2 personas que han vivido entre 41-50 años en el predio (Figura 26.).

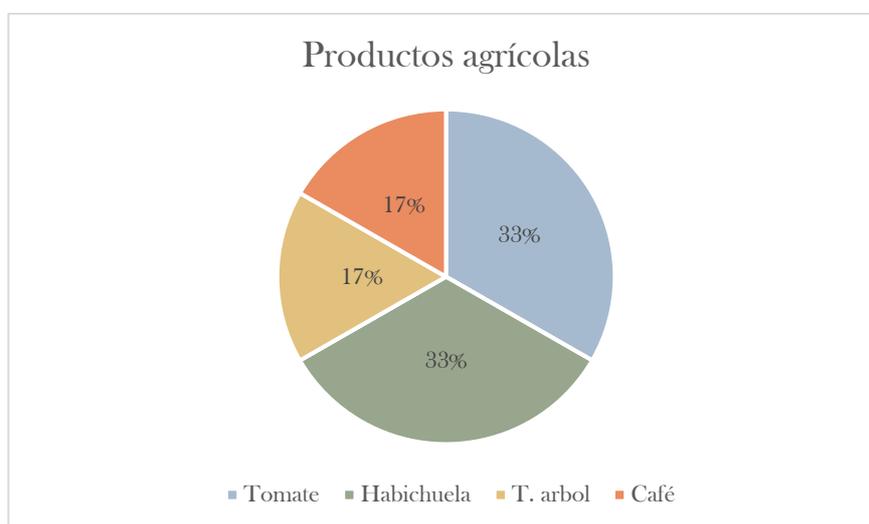
Figura 27. Tiempo de permanencia en el predio.



Fuente: desarrollada por el autor

Fueron indagadas las actividades productivas que desarrollaban en el predio, resultando que el 70% de la muestra emplea la ganadería como forma de ingreso económico, mientras el que 30% restante desarrolla la agricultura. El tomate y la habichuela son los productos más cultivados, seguidos del café y el tomate de árbol (Figura 27).

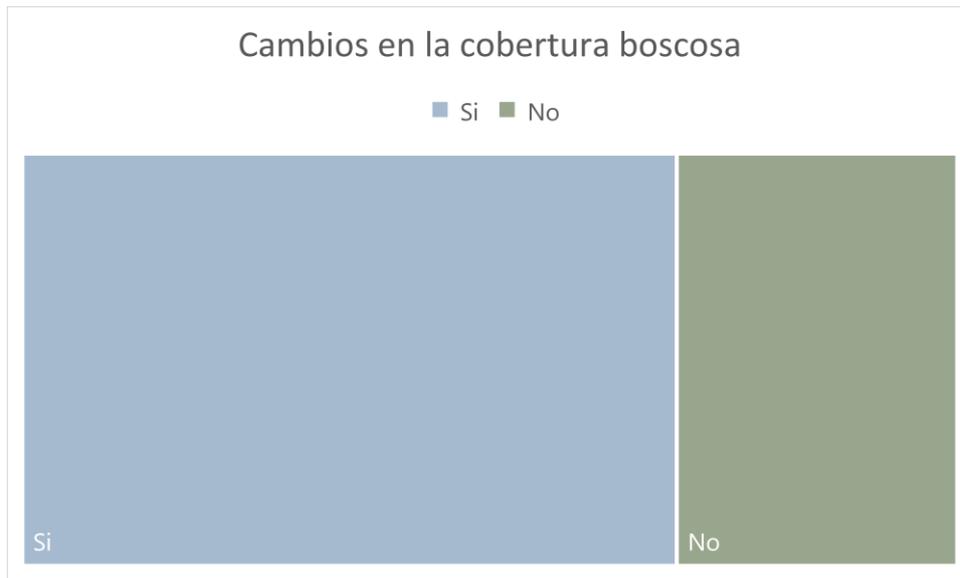
Figura 28. Productos agrícolas.



Fuente: desarrollada por el autor

Para la percepción de la deforestación, se les preguntó si en el tiempo de permanencia que llevaban en el predio, habían visto algún cambio en la cobertura forestal, dando como resultado que el 30 % no había percibido ningún cambio, mientras que las 7 personas restantes si percibieron un cambio concordando todas en que había disminuido la cobertura forestal (Figura 28).

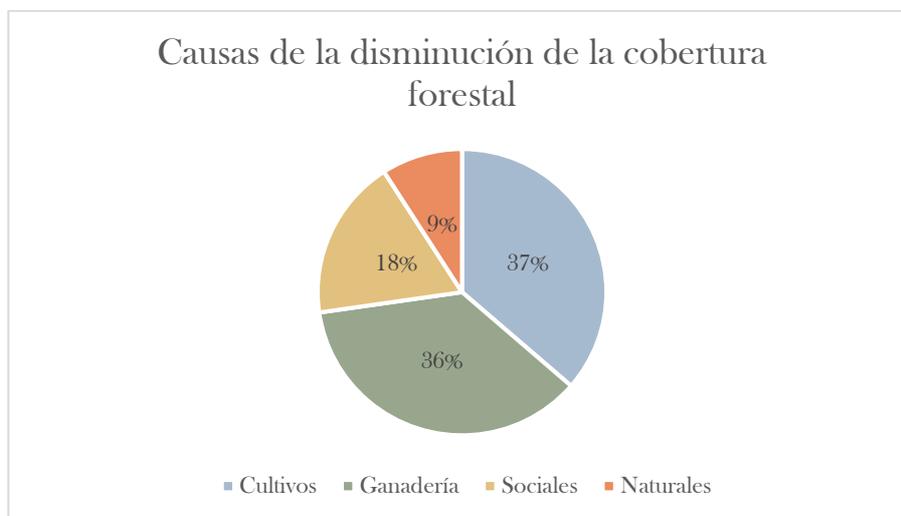
Figura 29. Percepción de cambios en la cobertura boscosa



Fuente: desarrollada por el autor

A esas mismas 7 personas que ven que la cobertura boscosa disminuye, se les preguntaron que cuales serían las posibles causas de este fenómeno, las dos causas más renombradas fueron la agrícola y la ganadería seguidas de causas sociales y por último la causa natural. Por causas sociales se hace referencia a la tendencia de repartir el terreno entre los herederos, por lo que hay un gran aumento en las construcciones de casas, para lo que se necesita materia prima como la madera y preparar el terreno deforestando algunos árboles. Las causas naturales se refieren a movimientos en masa que se deben a las grandes pendientes, factor que, sumado a periodos lluviosos, genera que la tierra se desestabilice y se desprendan pedazos de tierra.

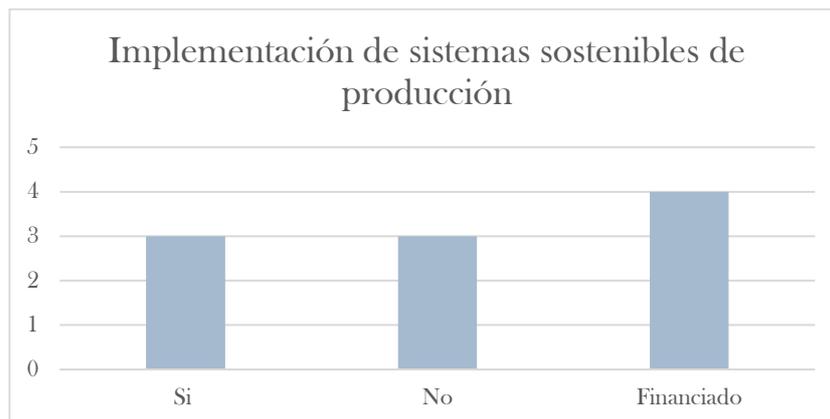
Figura 30. Causas de la disminución de la cobertura forestal



Fuente: desarrollada por el autor

Adicionalmente, se abordó con los entrevistados el objetivo de los sistemas de producción sostenibles y se les dio ejemplos. Luego se les preguntó si estaban interesados en la implementación de estas formas alternas de producción en sus predios a lo que 3 respondieron que si, 3 que no y 4 que lo harían, pero con financiación (figura 30).

Figura 31. Interés en la implementación de sistemas de producción sostenible



Fuente: desarrollada por el autor

Dentro de las causas que dieron para no querer cambiar sus sistemas productivos se encuentra que no son los propietarios del predio o que cuentan con infraestructura establecida para el cultivo, como el caso del tomate de invernadero. Otras personas aceptaron, siempre y cuando solo se mejore la técnica y se les capacite, pero no se cambie la producción ni se disminuya la calidad. Por último, se les preguntó si sabían o tenían idea sobre la definición del término “zona amortiguadora” a lo que el 100% respondió que no sabían su significado.

Como se aprecia, el rango de años de permanencia con mayor participación es “más de 50 años” lo que ayuda a tener una visión más amplia de la deforestación que la que se pudo obtener con los 27 años de las imágenes satelitales, sin embargo, esta perspectiva social solo arroja datos mixtos desde el conocimiento social del territorio y su percepción del cambio del paisaje, por lo que evidentemente no se tendrá un dato numérico sobre la deforestación. Las actividades productivas de la zona son la agricultura y la ganadería, concordando con lo presentado en el marco económico, dónde la Cámara de Comercio de Bogotá establece que dentro de las principales actividades productivas del municipio se encuentra la agricultura y la ganadería (Cámara de Comercio de Bogotá, 2010). Dentro del marco económico presentado también se establece que los principales cultivos en el municipio son el tomate de árbol, el tomate de invernadero, la habichuela, la alverja, el pepino, el pimentón y el café

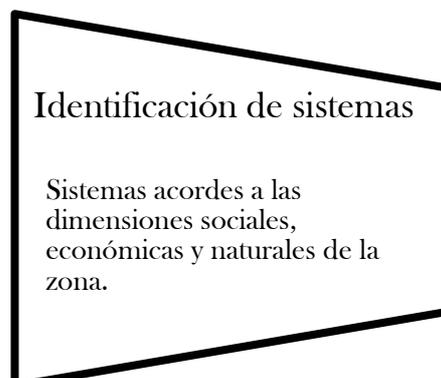
(Gobernación de Cundinamarca, 2014), lo que coincide con la información suministrada por las personas entrevistadas.

Analizando otro resultado, 2 de las 3 personas que no han visto cambios significativos en la cobertura boscosa no llevan más de 10 años en la zona, esta podría ser una razón por la cual no ha notado la diferencia. Otra razón puede ser que ellos no se encuentran ubicados en un foco de deforestación, por lo que no hay una percepción significativa.

Otro punto importante por tratar es cómo los comportamientos sociales y las tradiciones culturales afectan indirectamente a las coberturas boscosas. El Dr. Pablo Vergara Egert, académico e investigador del Departamento de Gestión Agraria de la Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile, asegura que se ha registrado un aumento en la tala de árboles relacionado con la liberación de terrenos destinados a la construcción de viviendas (Vergara, 2018). Concordando con lo anterior, el IDEAM (2011) en su documento de Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia asegura que los procesos sociales son una causa subyacente de la deforestación (IDEAM, 2011). Se encontró que la expansión de la frontera agrícola y pecuaria es la principal causa de deforestación desde la perspectiva social, lo que se ajusta con el relato hecho por Comunidades de los Páramos (2015) que afirma que en Fómeque desde 1980, la expansión agrícola ha aumentado (Cárdenas & Comunidades de los Páramos, 2015), al igual, Pacheco y Suárez establecen que la expansión de las fronteras agropecuarias requiere de la deforestación de áreas (Pacheco & Suárez, 2014),

Objetivo 3: Identificar sistemas agroforestales y silvo-pastoriles apropiados a las condiciones del lugar, como alternativa de producción

Figura 32. Metodología objetivo 3.



Fuente: desarrollada por el autor

Para proponer sistemas de producción alternativos para la zona amortiguadora, especialmente para la zona de desarrollo, se hace necesario priorizar las principales características sociales, económicas y ecológicas de zona; para eso se desarrolló el primer objetivo específico, con el fin de caracterizar la zona de interés y el segundo objetivo, para tener idea de las condiciones sociales de los habitantes de la zona. Haciendo entonces recopilación de la información ya presentada, se presenta la Tabla 9.

Tabla 9. Características sociales, económicas y ecológicas de la zona

Dimensión	Características
Ecológica	<ul style="list-style-type: none"> *Precipitación promedio de 2000 mm. *Temperatura promedio de 12°C con un clima frío *Suelos MGNa y MGNb → Suelos profundos a muy superficiales, bien a pobremente drenados, de texturas medias a gruesas, medianamente ácido, saturación de aluminio media a baja y fertilidad moderada a baja *En la mayoría de la zona de desarrollo se presentan agroecosistemas ganaderos *Las coberturas representativas de la zona de desarrollo son pastos limpios, debido a la ganadería y mosaicos de pasto, cultivos y espacios naturales, debido a los cultivos que se presentan. * En la zona de desarrollo hay un área prioritaria de conservación que corresponde a la Reserva Forestal Protectora Regional Hoya Hernando
Social	<ul style="list-style-type: none"> *La mayoría de los habitantes de la zona son población adulta, hay muy pocos jóvenes en la zona. *La mayoría de los habitantes de la zona son propietarios de los terrenos donde viven.
Económica	<ul style="list-style-type: none"> *La actividad prevalente es la ganadería doble propósito, pero también se presentan focos importantes de cultivos de tomate, habichuela, café y tomate de árbol. *Las condiciones socioeconómicas

Fuente: desarrollada por el autor

Teniendo en cuenta que la ganadería y la agricultura son las dos actividades principales de producción de la zona, se propondrá un sistema silvopastoril y un sistema agroforestal, con el fin de encaminar la producción convencional a sistemas alternativos de producción sostenible, apuntando a cumplir

con los establecido en el Manual de Delimitación y Zonificación del Área Amortiguadora y en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Fômeque.

- ***Sistemas silvopastoriles***

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, los sistemas silvopastoriles sirven para optimizar la producción de forraje, carne, leche, madera y leña por medio de la combinación de animales, árboles y pastura (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, 2007). Las interacciones entre los componentes hacen que esta alternativa de producción funcione como sistema; las principales interacciones son benéficas y ayudan a la sostenibilidad del sistema (Oñate, 2016).

Tabla 10. Interacciones entre los elementos del sistema silvopastoril

Interacción	Descripción
Árbol - Animal	Los árboles sirven como banco de proteínas para los animales, además de darles sombra y refugio.
Árbol - Suelo	La presencia de árboles contribuye a mejorar la calidad del suelo, haciendo que aumente la producción de pastos. Ayuda a mejorar la fijación de nitrógeno, hay un mejor uso de nutrientes y se controla la erosión. Los árboles aportan materia orgánica por medio de la hojarasca, aumentando la fertilidad del suelo.
Animal - Suelo	Los animales afectan el suelo mediante el proceso de compactación por pisoteo, alterando las características fisicoquímicas del suelo. Por otro lado, las heces de los animales le brindan al suelo nutrientes importantes.
Animal – Pastura	Además de la compactación del suelo, los animales ayudan al ciclo de retorno de nutrientes y a la dispersión de semillas por medio de las heces.
Pastura - Suelo	La pastura permite que el suelo se encuentre protegido, previniendo la compactación, la erosión del agua y viento.

Adaptado de: Oñate (2016)

Dentro de los sistemas silvopastoriles se encuentran los bancos forrajeros o bancos de proteína, las cercas vivas, los bloques nutricionales, los árboles dispersos en potreros (Alianza Mexico REDD+, 2011). Se cree que la mejor forma de cumplir con todas las interacciones necesarias y a la vez hacer un sistema productivo bajo las características de la zona, es implementar sistema que tenga un banco forrajero, cercas vivas y árboles dispersos.

○ **Banco forrajero**

En el banco forrajero se debe usar un forraje alternativo que al mismo tiempo tenga un alto valor nutricional, sirva como banco de proteína, sea de fácil digestión y se adapte a distintas condiciones climáticas. Por esta razón se piensa que la mejor opción es la falsa poa (*Holcus lanatus*). Se desarrolla de buena manera en alturas entre los 2500 y los 3200 m.s.n.m. (Pedraza, 2013), necesita de un pH entre 4.5 – 7.5 y tolera temperaturas desde los 12 a los 18°C (Universidad Técnica de Ambato; Córdova, A., 2013), necesitan suelos drenados y con un rango medio de fertilidad (Marco, 2008). Como se puede ver, las características del hábitat de esta gramínea, concuerda con las características de la zona (Tabla 9.). Con este tipo de forraje se ha visto un aumento 2 litros en la producción de leche diaria y el peso de los animales sube entre 300 a 400 gramos/animal/día (Marco, 2008).

○ **Cercas vivas**

Es una hilera de árboles que sirve para delimitar terrenos de interés, ya sea el límite de una propiedad, de un cultivo o de un potrero (Oñate, 2016). Esta técnica es popular debido a que es mucho más barata que la instalación de una cerca o división convencional (Alianza Mexico REDD+, 2011) En lo ecológico, estas líneas ayudan a conectar parches de cobertura boscosa que se encuentra fragmentada, aparte servir como alimento y refugio para algunas aves y mamíferos (Alianza Mexico REDD+, 2011). Para esta técnica, se propone plantar una cerca viva simple, de un solo estrato de árboles maderables y su distanciamiento depende de la especie a sembrar, pero por lo general se siembran cada 2 a 3 metros de distancia (Villanueva, Muhammad, Casasola, & Arguedas, 2005). Para hacer las cercas vivas se va a escoger arboles con funciones maderables con el fin de que el agricultor tenga una reserva de madera de la cual se pueda proveer en cualquier momento. Cabe resaltar que dichas especies maderables cuentan con una amplitud de copa y con una altura muy extensas, por lo se podrá necesitar de poda. Las especies maderables para clima frío óptimas para las cercas vivas son las siguientes:

Tabla 11. Especies maderables para cercas vivas

Nombre común	Nombre científico	Amplitud máx. (m)	Altura máx. (m)
Acacia Amarilla	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	>14	16
Arrayan	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	7-14	10
Caobo	<i>Swietenia macrophylla</i>	7-14	50

Nombre común	Nombre científico	Amplitud máx. (m)	Altura máx. (m)
Nogal	Juglands neotropicans	7-14	30
Roble de la sabana	Quercus humboldtii	>14	25
Sauce	Salix humboldtiana	<7	20
Cedro de montaña	Cedrela montana	>14	35

Adaptado de: Catalogo Flora del Valle de Aburrá (2014)

○ *Árboles dispersos*

Estos árboles pueden ser especies maderables, frutales o proveedoras de leña. Dichos árboles están asociados al incremento en la producción de leche y ganancia de peso debido a la sombra que generan (Oñate, 2016). Otro beneficio es que, en épocas de sequía, los árboles mejoran el microclima del potrero, generando espacios más cómodos para que los animales se sientan a gusto y coman más (Alianza Mexico REDD+, 2011).

Según el selector de especies del Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá hay 13 especies de árboles (Tabla 11.) que corresponden con el siguiente criterio de búsqueda: “Que sea una especie nativa del continente sudamericano, con una amplitud de copa mayor a 7 metros, con un rango altitudinal entre 2001 – 3000 m.s.n.m. y que ayude a la restauración ecológica”.

Tabla 12. Árboles para dispersar en potreros

Nombre común	Nombre científico
Comino	Aniba perutilis
Cariseco, Manzana de monte	Billia rosea
Carate	Vismia baccifera
Encenillo	Weinmannia pubescens
Teterete, navajuelo	Delostoma integrifolium
Aliso	Alnus acuminata
Yarumo	Cecropia telenitida
Drago	Croton magdalenensis
Rodamonte	Escallonia myrtilloides
Arrayán Blanco	Myrcianthes leucoxylla

Nombre común	Nombre científico
Mano de oso, pategallina	Oreopanax incisus
Sauco	Sambucus peruviana
Flor de cera	Clusia orthoneura

Adaptado de: Catalogo Flora del Valle de Aburrá (2014)

- **Sistema agroforestal**

Los sistemas agroforestales combinan especies arbóreas con cultivos agrícolas con el fin de aprovechar el espacio y diversificar la producción por medio de la obtención de madera, productos agrícolas, leña, entre otros (Oficina Nacional Forestal de Costa Rica, 2013). El sistema propuesto a implementar en la zona es un sistema agrosilvicultural, el cual se caracteriza por la mezcla de especies arbóreas maderables en el mismo terreno donde se cultivan cultivos agrícolas, sin que el componente forestal interfiera con el agrícola (Rainforest Alliance, 2015). Algunas de las ventajas que se obtienen por asociar el componente forestal con el componente agrícola es que hay una mayor fijación de carbono en el sistema y que un terreno se vuelve multipropósitos, debido a que se produce en una misma área madera, leña y frutos (Rainforest Alliance, 2015).

Tabla 13. Interacciones entre los elementos del sistema silvopastoril

Interacción	Descripción
Forestal – Cultivo	<p>Protege a los cultivos del sol que reseca, de la lluvia directa y del viento fuerte. Hace que la temperatura sea más constante, menor durante el día, mayor durante la noche. Aumenta la humedad y hace que sea más constante.</p> <p>Pueden albergar plagas o enfermedades del cultivo, compite por los nutrientes con el cultivo y pueden llegar a dar sombra excesiva.</p>
Forestal - Suelo	<p>El árbol extrae nutrientes de lo profundo del suelo debido a sus raíces y los devuelve mediante la hojarasca. Las hojas que se caen protegen el suelo y aportan nutrientes y materia orgánica.</p> <p>Ayuda a proteger el suelo del sol fuerte y del impacto de la lluvia, evitando erosión. Gracias a las raíces se mejora la calidad del suelo, aumentando la porosidad y la infiltración de agua.</p>

Adaptado de: Rainforest Alliance (2013) Manual para el Establecimiento y Manejo de Sistemas Agroforestales

Teniendo en cuenta las características socioeconómicas y los modelos convencionales productivos, se seleccionaron 2 especies vegetales que concuerden con los determinantes ecológicos de la zona y cumplan con los atributos necesarios: el cedro de tierra fría, el tomate de árbol.

○ *El tomate de árbol (Solanum betaceum)*

Esta especie ya se encuentra como modelo de producción en la zona, por lo que cumple con las condiciones ecológicas necesarias para su buen desarrollo (Tabla 13.). También cumple con las características de la dimensión socioeconómica, siendo el tomate de árbol uno de los principales productos del marco económico del municipio (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

Tabla 14. Condiciones ecológicas para el correcto desarrollo del tomate de árbol

Condición	Rango	Características de la zona	Cumple/ No cumple
Altitud	1700 a 2800 m.s.n.m.	2600 a 2800 m.s.n.m.	Cumple
Radiación	4 a 6 horas día	más de 6 horas día	Cumple
Temperatura	12 a 18 °C	12 °C en promedio	Cumple
Precipitación	500 a 2000 mm	2000 mm en promedio	Cumple
pH	5.5 a 6.5.	medianamente ácido	Cumple
Drenaje	Adaptable	bien a pobremente drenados	Cumple

Adaptado de: Rubiano, W (2015) Trabajo para optar por título en Tecnología Agroforestal

○ *El cedro de tierra fría (Cedrela montana)*

Esta especie forestal cumple con un propósito maderable, lo que a largo plazo podría darle ingresos extra al agricultor. Según Geovani Martínez, consultor forestal, para el 2016 el metro cúbico de madera en bloque del cedro tenía un valor comercial promedio de \$532.530, mientras que el mismo metro cubico aserrado y seco podía alcanza un valor promedio de \$896.153 (Martínez, 2016). Cabe resaltar que La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el 2015 aseguró que se ha reducido la población de esta especie en aproximadamente un 80% debido a la explotación para la construcción de muebles y otros elementos (FAO, 2015). A nivel ecológico, este árbol se adapta a la característica de la zona (EcuadorForestal.org, 2012).

Tabla 15. Condiciones ecológicas para el correcto desarrollo del cedro de tierra fría

Condición	Rango	Características de la zona	Cumple/ No cumple
Altitud	1500 a 3000 m.s.n.m.	2600 a 2800 m.s.n.m.	Cumple
Radiación	4 a 6 horas día	más de 6 horas día	Cumple
Temperatura	6 a 25 °C	12 °C en promedio	Cumple
Precipitación	1200 a 2000 mm	2000 mm en promedio	Cumple
pH	5.0 a 7.0.	medianamente ácido	Cumple

Adaptado de: EcuadorForestal.org (2014) Ficha Técnica N° 5: CEDRO

Objetivo general: Formular un plan de recuperación y manejo de coberturas forestales en zonas de amortiguación del PNN Chingaza en el municipio de Fômeque.

Dentro de la investigación bibliográfica desarrollada, los documentos referentes a planes de manejo forestal están orientados al aprovechamiento de este recurso, pero no se encontró ningún documento legal que estuviera orientado a la conservación de la naturaleza, por lo que se puede evidenciar una laguna jurídica en materia ecológica, a nivel regional y teniendo en cuenta la jurisdicción de las corporaciones autónomas, se encuentra que la Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá CAR, dispone de un acuerdo dirigido a la Restauración Ecológica de Áreas degradadas de Bosques, pero en el área de jurisdicción de Corpoguavio, no existe una normatividad del tema; no obstante si se tienen diferentes documentos técnicos elaborados por entidades de investigación como la Universidad Nacional, en los cuales se dan pautas para la restauración ecológica. Estos documentos son de aplicación en cualquier territorio.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación seguirá los pasos establecidos por el Decreto 1071 de 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural”, realizando las adaptaciones necesarias para el caso de estudio, desde la recuperación y manejo; para esto, el Artículo 2.3.1.3.1. habla del contenido de los planes de establecimiento y manejo forestal, proponiendo siete ítems mínimos:

1. Individualización del inmueble sobre el cual se va a adelantar el proyecto, indicando su ubicación, su alineación (sic) y extensión;

2. Cuando el peticionario obre como arrendatario, deberá aportar el contrato de arrendamiento correspondiente;
3. Uso anterior del terreno, comprobando que los terrenos en los cuales se harán nuevas plantaciones no están cubiertos con bosques naturales o vegetación nativa que cumpla funciones protectoras, ni lo han estado en los últimos 5 años bajo las anteriores modalidades de uso;
4. Condiciones bio-físicas (sic) del predio, haciendo mención de las características generales de la región, morfología y calidad de los suelos, condiciones meteorológicas e hídricas, uso actual del predio, aspectos faunísticos y botánicos de interés y zonas de bosque natural;
5. Características del proyecto, detallando el programa de cultivo y desarrollo de la plantación, especies forestales a utilizar, forma y condiciones de laboreo, sistemas de mantenimiento, protección y recuperación de la plantación. También deberá establecerse el programa de aprovechamiento del bosque, plan de cosecha y de reposición del recurso.
6. Cronograma de actividades de siembra, mantenimiento y aprovechamiento del bosque y fechas previstas para el reconocimiento de los valores del CIF;
7. Programación financiera, con el cálculo de los costos que demande el proyecto, fuentes de financiación, si las hubiese y programa de flujo de fondos.

Cómo el proyecto no está enfocado a una sola finca o predio, sino lo que se busca es formular y establecer el plan para que la Alcaldía junto con las otras entidades ambientales que tienen jurisdicción sobre la zona, usen este plan cómo guía alternativa a las formas de producción y de recuperación de coberturas vegetales en la zona amortiguadora propuesta. Por ende, no son aplicables parte del primer ítem ni el segundo ítem propuesto en el Decreto. De resto se cumplirán con todos los ítems. A continuación, el desarrollo del plan:

PLAN DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE COBERTURAS FORESTALES EN ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO DEL PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA, MUNICIPIO DE FÓMEQUE

- ***Introducción***

El municipio de Fómez (Anexo 1) se encuentra dividido en 32 veredas (Anexo 2) y el centro poblado la Unión (Alcaldía de Fómez, 2000) Dentro del patrimonio natural del municipio, se encuentran las áreas estratégicas para la conservación de los ecosistemas ya presentes en el territorio y las áreas que promueven un desarrollo sostenible; de esta forma, el patrimonio natural más importante del municipio, se ve traducido en las 25.882 hectáreas (49% del territorio municipal) que se encuentran incluidas dentro del PNN Chingaza (34% de la extensión total del parque) (Alcaldía Municipal de Fómez, 2018). Como área Amortiguadora propuesta se tiene una zona de 9.047,53 hectáreas circundantes al área protegida con el fin de atenuar los impactos humanos generados.

En las zonas amortiguadoras se presenta una alta intervención, lo que ha ocasionado impactos a la flora, al recurso hídrico, al suelo y a la biodiversidad presente, lo que se ve traducido en un desbalance del ambiente natural (Alcaldía de Chivor, 2000). Un ejemplo claro de esto es cómo la expansión de las fronteras agropecuarias requiere de la deforestación de áreas no intervenidas (Pacheco & Suárez, 2014), lo que genera una baja en los índices de biodiversidad biológica, debido a la eliminación de especímenes vegetales y a la pérdida de hábitad (Mora, Orellana & Ortiz, 2015); también se generan impactos negativos en la calidad del suelo debido a la pérdida de fertilidad y estructura del suelo (Pacheco & Suárez, 2014).

Con lo anterior, se ve la importancia de las coberturas forestales y su relación con las zonas de amortiguamiento, ya que se crea un balance natural que permite la conservación del ecosistema; de no ser así, se podría generar un desequilibrio que pondría en peligro la sostenibilidad de los recursos, afectando la sustentabilidad de las actividades productivas de la zona (Alcaldía Municipal de Fómez, 2018).

- **Objetivos**

- **Objetivo general:**

Recuperar y manejar adecuadamente las coberturas forestales en área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Chingaza, municipio de Fómeque.

- **Objetivos específicos:**

*Recuperar las coberturas forestales perdidas entre 1991 a 2018, por medio de la reforestación con especies nativas que ayuden a la recuperación del suelo.

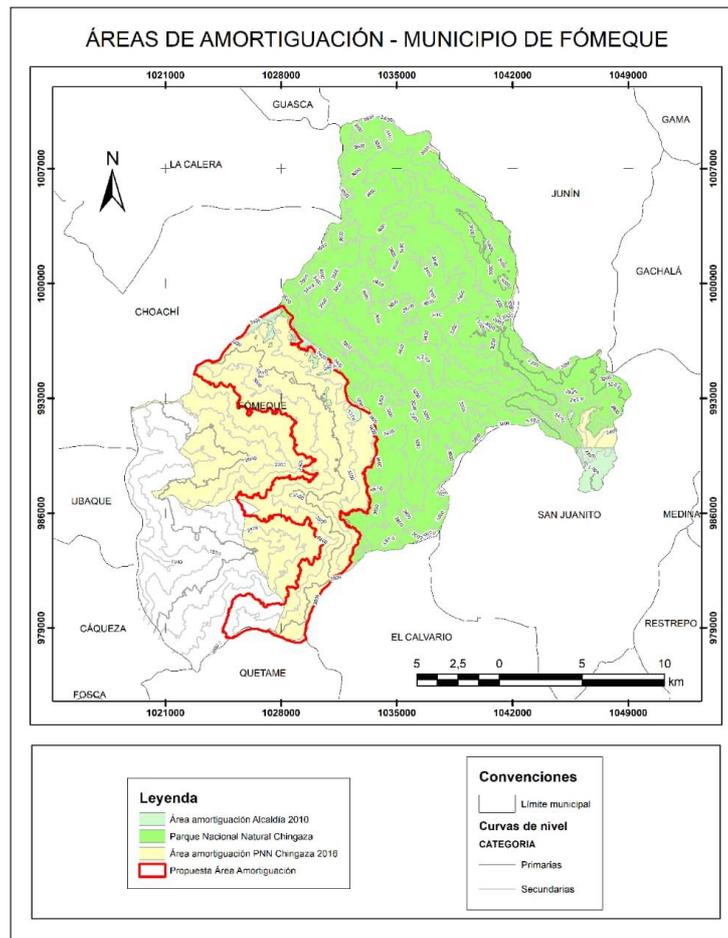
*Implementar sistemas silvopastoriles como alternativas de producción sostenible para reemplazar los sistemas ganaderos convencionales, en la zona amortiguadora propuesta.

* Implementar sistemas agroforestales como alternativas de producción sostenible para reemplazar los sistemas agrícolas convencionales, en la zona amortiguadora propuesta.

- **Ubicación de la zona amortiguadora**

El área de amortiguación tiene un área 9.047,53 hectáreas que abarcan toda la extensión del municipio que va desde los 2600 hasta los 3400 m.s.n.m., como se aprecia en la siguiente figura (Figura 14). La zona amortiguadora abarca parte de 12 veredas: Cananea, Hato viejo, Chinía, Quebrada Blanca, Coasavista, El Paval, Cuequetá, Cuequetica, Guane, La pastora, San Lorenzo y La Moya (Anexo 5).

Figura 14. Diferentes áreas de amortiguación propuestas



Adaptado de: Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016) y Alcaldía de Fómeque (2010)

El área amortiguadora se divide en 4 zonas de la siguiente manera (Anexo 14):

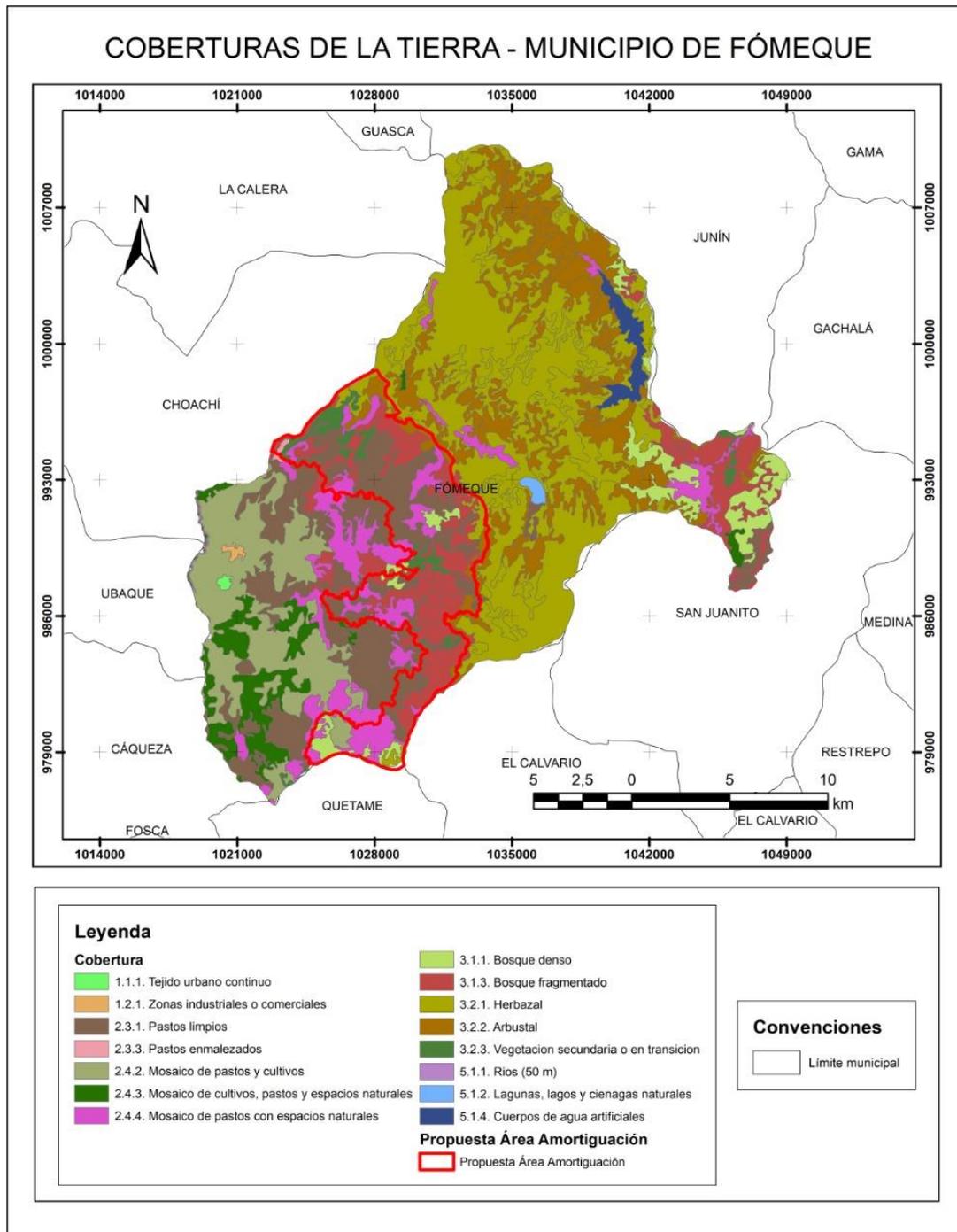
- **ZONA DE DESARROLLO:** con 2.409,01 hectáreas desde los 2600 hasta los 2800 m.s.n.m., se encuentra próxima a los lugares de producción donde se presentan actividades agrícolas y pecuarias en gran volumen y alejada de los límites del PNN. En esta zona de desarrollo se busca garantizar la producción sostenible de la población allí asentada, por esta razón la producción tendrá una restricción media, debido a que se busca la implementación de buenas prácticas que vayan de la mano con el uso óptimo de los recursos y con el desarrollo sostenible de la región. La producción sostenible se dará en toda la zona, siempre que se respeten las áreas prioritarias de conservación y los cuerpos de agua allí presentes.
- **ZONA DE MITIGACIÓN** consta de 2.749,87 hectáreas y va desde los 2800 a los 3000 m.s.n.m., aledaña a la zona de desarrollo, debido a que esta ayudará atenuar los impactos que se puedan dar y servirá como punto de control para evitar la expansión de fronteras agropecuaria.

- ZONA DE COMPENSACIÓN con un área de 2.010,73 hectáreas ubicadas entre los 3000 a los 3200m.s.n.m., se encuentra entre la zona de mitigación y la zona de protección. Su función es servir de instrumento para llevar a cabo acciones que hagan contrapeso y ayuden a resarcir los impactos causados, por ende, este será uno de los primeros lugares a intervenir con los proyectos de recuperación y manejo de coberturas, junto con los focos de deforestación que se identifiquen.
- ZONA DE PROTECCIÓN con 1.877,92 hectáreas situadas desde los 3200 a los 3400 m.s.n.m., es una zona aledaña al área protegida, donde la producción debe ser muy restringida o casi nula, con el ánimo no alterar ni perturbar las condiciones ambientales existentes. Las acciones por llevar al cabo en esta zona deben aportar al cumplimiento de los objetivos de conservación del área protegida.

- *Uso anterior del terreno*

Según el IDEAM, en su plataforma interactiva de coberturas (Figura 19) bajo la metodología Corine Land Cover adaptada, la zona amortiguadora se encuentra cubierta principalmente por bosque fragmentado, mosaicos de pastos con espacios naturales y pastos limpios (IDEAM, 2012); lo que da una idea del uso que ha tenido el territorio. Lastimosamente, el detalle y la precisión que tiene la imagen no es muy bueno debido al territorio tan amplio que abarca; por lo que es necesario que, antes de implementar algún sistema alternativo de producción, se tenga certeza de que no se va a afectar reservas forestales de importancia o un espacio natural.

Figura 19. Cobertura de la tierra en la zona amortiguadora propuesta



Adaptado de: IDEAM (2012) Mapa de coberturas Corine Land Cover

- **Condiciones bio-físicas del terreno**
 - **Precipitación**

Según el Mapa de Precipitación Total Anual de la Republica de Colombia del IDEAM, la zona amortiguadora propuesta se caracteriza por presentar 2 rangos de precipitación (Figura 15). En la

mayoría de la zona se presenta una precipitación entre 1500 a 2000 mm, mientras que en la minoría hay una precipitación de 2000 a 2500 mm (IDEAM, 2012).

○ ***Temperatura***

El IDEAM también plasma la temperatura media anual para Colombia el 2012; para la zona amortiguadora propuesta (Figura 16.), la mayoría del territorio se presenta una temperatura de 6 a 12 centígrados, hay una franja mínima de 12 a 18 grados Celsius (IDEAM, 2012). Lo anterior concuerda con el Anexo 4, que relaciona la temperatura con la altitud, estableciendo que de los 1801 a los 2800 m.s.n.m. se da un piso térmico frío, es decir una temperatura entre los 12 a los 18 centígrados, mientras que de los 2801 a los 3700 m.s.n.m. se da un rango de temperatura frío de 6 a 12 grados Celsius.

○ ***Suelos***

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en su mapa Suelos del Territorio Colombiano. Departamento: Cundinamarca (2009), a nivel general los suelos de la zona amortiguadora (Figura 17) se caracterizan por ser suelos profundos a superficiales, bien drenados, con texturas finas a moderadamente gruesas, presentan un pH medianamente ácido y fertilidad moderada (Anexo 6).

○ ***Ecosistemas***

Según el último estudio de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia que realizó el IDEAM junto a varios institutos de investigación ambiental (2017), la zona amortiguadora propuesta (Figura 18) se compone de ecosistemas de bosques fragmentado, agroecosistema ganadero y agroecosistema de mosaico de pastos y espacios naturales (IDEAM et al, 2017)

○ ***Áreas prioritarias de conservación***

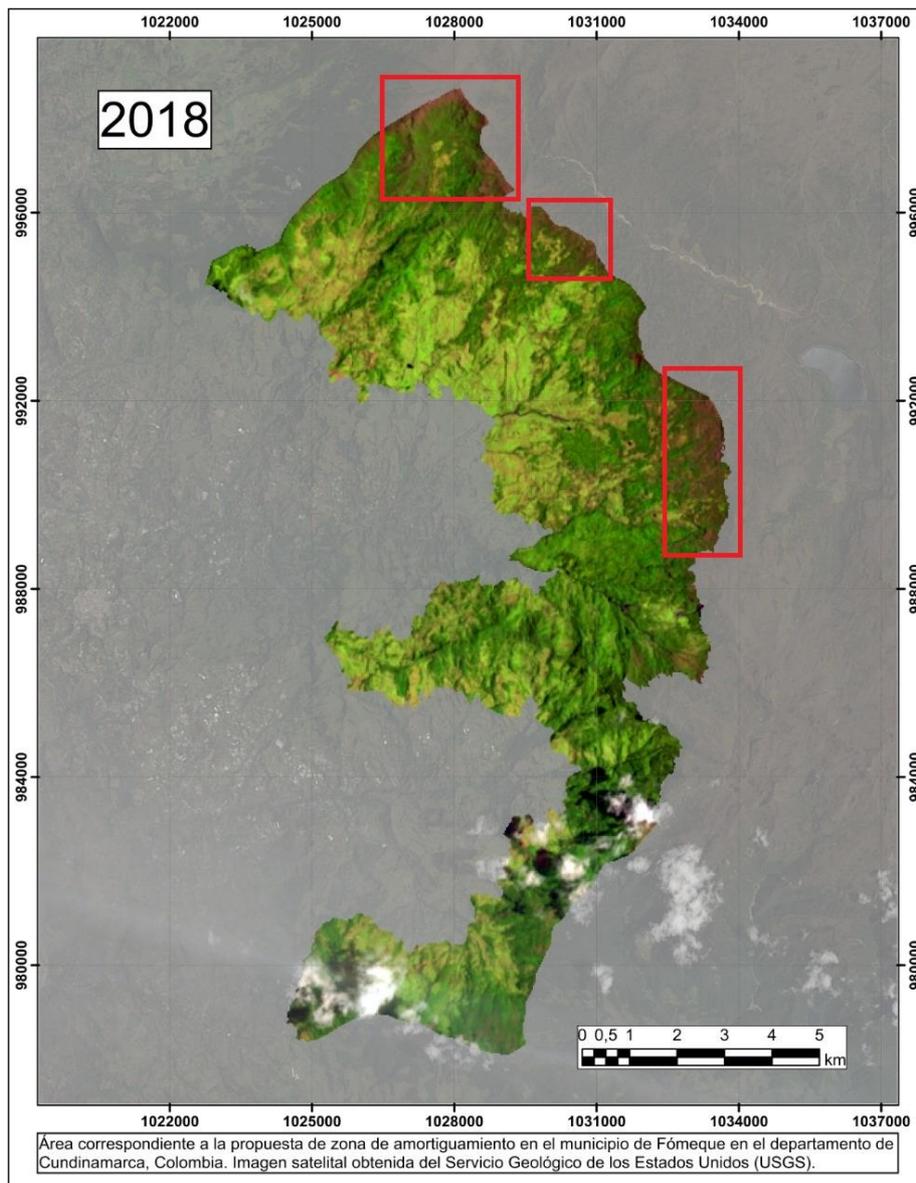
Dentro de las áreas prioritarias de conservación que se encuentran en la zona de amortiguación (Figura 20) está la Reserva Forestal Protectora Nacional Ríos Blanco y Negro, la reserva Forestal Regional Hoya Hernando y varias Reservas Naturales de la Sociedad Civil como lo son La Gruta y La Reserva (CorpoGuavio, 2015).

- ***Características del proyecto, cronograma y presupuesto.***

En total se llevarán al cabo 3 proyectos distribuidos en diferentes zonas del área amortiguadora, un proyecto con el ánimo de recuperar las 983,54 hectáreas de coberturas forestales que se han perdido en los últimos 27 años, mientras que los otros dos proyectos buscan cambiar los sistemas convencionales de producción por sistemas alternativos que sean sostenibles y vayan acuerdo a los objetivos de la zona amortiguadora.

- *Reforestación de focos deforestados*

Figura 25. Focos de deforestación en el área amortiguadora propuesta 2018



Adaptada de: Servicio Geológico de los Estados Unidos

Cómo se estableció anteriormente, desde 1991 hasta el 2018 se dio un cambio en la cobertura forestal de 983,54 hectáreas, las cuales se encuentran divididas en tres focos importantes (figura 25): el primer

foco se encuentra al norte del municipio y consta de 301. 22 hectáreas deforestadas; el segundo foco, se encuentra cercano al primero foco, consta de 203,15 hectáreas con pérdida de cobertura forestal; y, el tercer foco, tiene 342,59 hectáreas deforestadas. Sumado a estos focos, hay 136,58 hectáreas deforestadas más, dispersas a lo largo de toda la zona amortiguadora. Cabe resaltar que los 3 focos de deforestación se encuentran en el límite con el área protegida, en este caso el Parque Nacional Natural Chingaza y pertenecen a la zona de protección del área de amortiguamiento, que se encuentra entre los 3200 a los 3400 m.s.n.m.

El objetivo en estos focos es sembrar árboles, para recuperar la cobertura boscosa perdida; por ende, los árboles debe ser autóctonos, se deben adaptar a las características de este rango altitudinal, además de ayudar a la recuperación del suelo y a la restauración ecológica. Según el Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá, hay 5 resultados que coinciden con las condiciones requeridas, los cuales son:

Tabla 16. Especies para reforestar los 3 focos de deforestación.

Nombre común	Nombre científico	Altura máx. (m)	Amplitud de copa (m)	Tasa de crecimiento
Acacia negra	Acacia melanoxylon	20	<7	Rápida
Aliso	Alnus acuminata	25	7-14	Rápida
Rodamonte	Escallonia myrtilloides	12	7-14	Media
Arrayán Blanco	Myrcianthes leucoxylla	10	7-14	Lenta
Mano de oso, pategallina	Oreopanax incisus	15	7-14	Rápida

Adaptado de: Catalogo Flora del Valle de Aburrá (2014)

El promedio de altura de estas especies es de 16,4 m, la mayoría tienen una amplitud de copa media (7 a 14 m) y sus tasas de crecimiento son variadas. Debido a la amplitud de la copa de los árboles, se cree que el mejor espaciamiento entre árboles es de 5m * 5m. Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a escoger el diseño de sistema, que puede ser rectangular, tresbolillo o lineal. Se escogerá el sistema que permita más árboles y que vaya de acuerdo con las condiciones del terreno. Por motivos de cálculos se van a comprar los diseños rectangular y tresbolillo, debido a que para el diseño lineal se necesita saber la longitud exacta del terreno que se va a reforestar y pues esta varía dependiendo de la zona y de las pendientes del terreno. Por un lado, según el IGAC los suelos que se encuentran en los focos de desforestación son clasificados como MGFf y MGIE (IGAC, 2009), los cuales hacen referencia a bien a excesivamente drenados (Anexo 6), lo que morfológicamente hablando da a

entender que esta zona hay una pendiente significativa que permite el escurrimiento del agua. Características que van de acuerdo con la configuración del terreno para aplicar el diseño de siembra tresbolillo, ya que este se emplea en terrenos pendientes (Torres, 2010)

Aplicando las fórmulas para el cálculo del número de árboles a sembrar (Anexo 15) (Torres, 2010) se tiene que con el diseño de siembra tresbolillo se siembran 461 árboles por hectárea, mientras que con el diseño rectangular se siembran 400.

Rectangular:

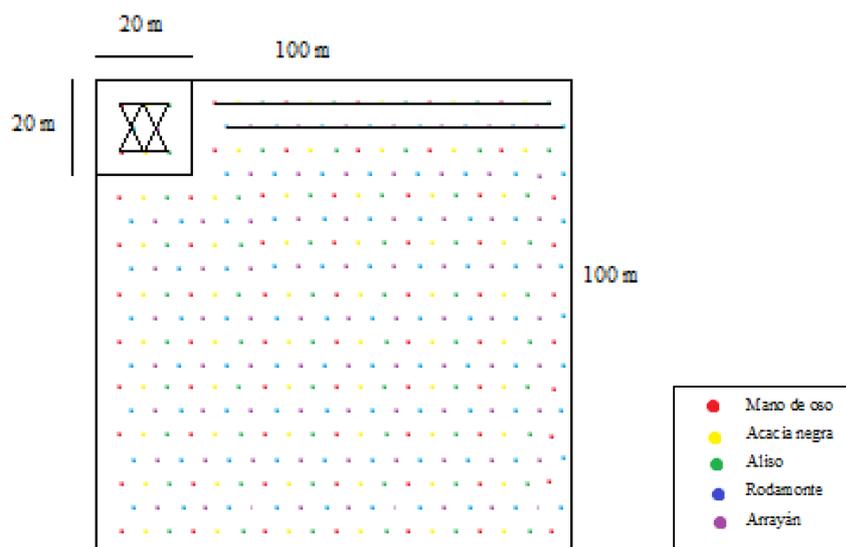
$$N = \frac{M}{(a * A)} \quad N = \frac{1 \text{ ha}}{(5m * 5m)} = \frac{10000 \text{ m}^2}{25 \text{ m}^2} = 4000 \text{ árboles}$$

Tresbolillo:

$$N = \frac{M}{(a^2 * 0,866)} \quad N = \frac{1 \text{ ha}}{((5m)^2 * 0,866)} = \frac{10000 \text{ m}^2}{25m^2 * 0,866} = 461,89 \text{ árboles}$$

Donde: N= número de árboles requeridos, M= área a emplear (m^2), A, a= distancia entre árboles (A: largo en m, a: ancho en m), 0,866= constante (seno de 60°). Teniendo en cuenta el resultado de los dos aspectos evaluados, el diseño de siembra más apto es el tresbolillo y se distribuirá de la siguiente manera:

Figura 33. Modelo de reforestación resultante



Fuente: desarrollada por el autor

Siguiendo el modelo presentado, se necesitan 77 árboles de Mano de oso, 77 Árboles de acacia negra, 77 árboles de Aliso, 115 árboles de Rodamonte y 115 árboles de Arrayán por hectárea de reforestar, para un total de 461 árboles.

Esta actividad va dirigida a la alcaldía municipal de Fómeque, a Parques Nacionales Naturales de Colombia, a CorpoGuavio y demás entidades ambientales competentes o interesadas en la causa, ya que los focos de deforestación se encuentran ubicados en las Reservas Naturales de La Sociedad Civil La Gruta y La Reserva y en la Reserva Forestal Protectora Ríos Blanco y Negro.

Para reforestar las 846,96 hectáreas que hacen parte de los 3 focos de deforestación, se pretende hacer un programa de reforestación las zonas afectadas en 5 años, para lo que sería necesario que se reforesten 14 hectáreas por mes, es decir, 168 hectáreas por año. Aun así, sería necesario reforestar 5 años y 1 mes, para cumplir con la meta. Se comenzaría en enero del 2019, con el fin de tener un tiempo para contar con los recursos necesarios y se terminará en enero del 2024.

Tabla 17. Cronograma para reforestación de focos deforestados

	# de hectáreas	cumplimiento	Semestre											
			2019	2019	2020	2020	2021	2021	2022	2022	2023	2023	2024	
			-I	-II	-I	-II	-I	-II	-I	-II	-I	-II	enero	
Hectáreas reforestadas	84	9,9%												
	168	19,8%												
	252	29,7%												
	336	39,6%												
	420	49,5%												
	504	59,4%												
	588	69,3%												
	672	79,2%												
	756	89,1%												
	840	99%												
	847	100%												

Fuente: desarrollada por el autor

Para el presupuesto, se tienen en cuenta rubros como el personal, herramientas e insumos; al final se le agrega el 5% del total para imprevistos. El presupuesto a sacar será el costo de hectárea mensual. A cada ayudante se le pagará \$930.000 mensual por las 3.5 hectáreas que reforesta, en total se paga \$3.720.000 por las 14 hectáreas, es decir \$265.714 por hectárea. Al técnico se le paga \$1.500.000 por las 14 hectáreas mensuales reforestadas, es decir por cada hectárea \$107.143.

Cada plántula en promedio tiene un valor de \$1.450, teniendo en cuenta que son 461 árboles por hectárea, da un total de \$668.450. El camión que se encarga de hacer los viajes tiene un vagón de carga de 2.1 m por 3.5 m, lo que da un área de 7.35 m²; mientras que la plántula tiene un área en promedio de 100 cm², lo que equivale a 0,01 m², entonces dentro del camión caben 735 plántulas por viaje. Para reforestar las 14 hectáreas, se necesitan 6.454 plántulas, lo que requiere 9 viajes del camión.

Con respecto a las herramientas, se le dará a cada trabajador, cada semestre, una pica, una pala y un barretón. El GPS se le entregará al principio del proyecto al técnico encargado. Al igual que las herramientas, los elementos de protección personal se le entregarán 2 veces al año. De esta forma, los meses 1 y 6 de los años que dura el proyecto, a excepción del último mes, tienen un valor de \$18.868.300, mientras que el resto de los meses tienen un valor de \$17.278.300. Para un total de \$1.069.876.300, teniendo en cuenta imprevistos un total final de \$1.123.370.115.

Tabla 18. Presupuesto por hectárea para reforestación de focos deforestados

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1 Personal			
Ayudantes	4	930.000	3.720.000
Técnico	1	1.500.000	1.500.000
		Subtotal	5.220.000
2 Insumos			
Plántulas (4617ha)	6.454	1.450	9.358.300
Transporte de plántulas	9	300.000	2.700.000
		Subtotal	12.058.300
3 Herramientas			
Pala	5	29.000	145.000
Pica	5	32.000	160.000

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Barreto	5	26.000	130.000
GPS	1	230.000	230.000
Subtotal			665.000
4	Elementos de protección personal		
Botas	10	40.000	400.000
Guantes	15	25.000	375.000
Impermeable	5	30.000	150.000
Subtotal			925.000
Total			18.868.300
TOTAL (+5%)			19.811.715

Fuente: desarrollada por el autor

○ *Sistema silvopastoril*

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, los sistemas silvopastoriles sirven para optimizar la producción de forraje, carne, leche, madera y leña por medio de la combinación de animales, árboles y pastura (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, 2007) Se cree que la mejor forma de cumplir con todas las interacciones necesarias y a la vez hacer un sistema productivo bajo las características de la zona, es implementar sistema que tenga un banco forrajero, cercas vivas y árboles dispersos.

Este proyecto está dirigido a las personas que viven en la zona de desarrollo del área amortiguadora, con el fin de buscar una transición de la ganadería tradicionales a sistemas de producción alternativas que apunten a la sostenibilidad. Dentro del sistema propuesto, se manejan 3 técnicas: Banco forrajero con Falsa Poa (*Holcus lanatus*), cercas vivas con especies maderables y árboles dispersos con especies nativas que tengan una amplitud de copa mayor a 7 metros.

El propósito del banco forrajero es mejorar la dieta de los animales con el fin de aumentar su productividad en leche y carne (Marco, 2008). La especie *Holcus Lanatus*, es un pasto que se usa en ganaderías bovina porque genera proteína cruda del 18%, resiste grandes rangos de clima, se produce en cualquier clase de suelo y tiene un rendimiento promedio de 5,4 Ton/ ha/ año en sus dos primeros años de siembra (Marco, 2008).

Antes de realizar la siembra de las semillas, es importante realizar una limpieza al terreno para eliminar maleza y facilitar el establecimiento del pasto a sembrar. Esta limpieza, se recomienda hacerse de forma manual, con el fin de evitar el uso de agroquímicos, apuntando a el manejo sostenible del sistema (Oficina Nacional Forestal de Costa Rica, 2013). Una vez eliminada la maleza del terreno, si no se dispone de una sembradora directa, se prepara el terreno y se siembra al voleo. Para una hectárea, se recomienda una densidad de siembra de aproximadamente 4 kg, cantidad que puede variar dependiendo del tipo de siembra y de la preparación del tapiz. La mejor época para sembrar es en el mes de abril, ya que se presentan condiciones de humedad y de temperatura del suelo y del aire que favorecen la germinación y el crecimiento del pasto (Marco, 2008).

Este banco forrajero se debe pastorear hasta aproximadamente los 2 cm de altura y se deja crecer entre 4 a 6 semanas, por ende, el mejor manejo que se le puede dar a esta especie es el pastoreo rotativo (Marco, 2008). Por ejemplo, se come el potrero hasta abajo en marzo, se cierra en abril y se comienza a pastorear de nuevo en junio; este procedimiento de 4 meses se puede repetir 3 veces al año. Una ventaja de este pasto es que es muy buen productor de semilla y se han reportado casos donde se han cosechado entre 150 a 400 kg/ha de semilla (Marco, 2008).

Tabla 19. Cronograma para implementación de banco forrajero

Actividad	Año 1												Año 2												
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A
Limpieza																									
Preparación																									
Siembra																									
Pastoreo																									
Cierre																									
Reposo																									

Fuente: desarrollada por el autor

Como se aprecia en el cronograma propuesto, el año se comienza en abril, el mes en el que se realizan las labores previas a la siembra y la siembra. A partir de ahí, se dejan dos meses de reposo para que la semilla germine y el pasto crezca lo suficiente para su primer pastoreo, que se da en julio y agosto, a finales de agosto se cierra el banco y se deja en reposo para que crezca 2 meses. Este proceso de pastoreo, cierre y reposo es cíclico.

Tabla 20. Presupuesto para la implantación de banco forrajero por hectárea

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1 Personal			
Agropecuario/ agricultor	1	780.000	780.000
Técnico	1	780.000	780.000
Subtotal			1.560.000
2 Insumos			
Semillas	4 kg	3.450	13.800
Transporte de semillas	1	3.000	3.000
Subtotal			16.800
3 Herramientas			
Pala	1	29.000	29.000
Pica	1	32.000	32.000
Subtotal			61.000
4 Elementos de protección personal			
Botas	1	40.000	40.000
Guantes	1	25.000	25.000
Impermeable	1	30.000	30.000
Subtotal			95.000
Total			1.732.800
TOTAL (+5%)			1.819.044

Fuente: desarrollada por el autor

La hectárea inicial tiene un costo de \$1.732.800, más los imprevistos (+5%), un costo total de \$1.819.440. Si se quiere implementar este mismo sistema en otra hectárea, solo son necesarios el

agricultor, las semillas y el transporte de estas, lo que da un total de \$796.800, más los imprevistos, da un total final de \$836.640.

Teniendo en cuenta el alcance de este proyecto, las entidades que deben financiarlo son la Alcaldía, CorpoGuavio y el beneficiario del proyecto. Al beneficiario no se le va a pedir que colabore económicamente, pero sí que labore el terreno, a lo cual se le pone un valor aproximado de un salario mínimo.

Tabla 21. Posibles fuentes de financiación para el banco forrajero

Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
1 Personal				
Agropecuario/ agricultor	780.000	X		
Técnico	780.000		X	X
2 Insumos				
Semillas	13.800		X	
Transporte de semillas	3.000	X		
3 Herramientas				
Pala	29.000		X	
Pica	32.000		X	
4 Elementos de protección personal				
Botas	40.000		X	
Guantes	25.000		X	
Impermeable	30.000		X	
Total		\$783.000	\$559.800	\$390.000

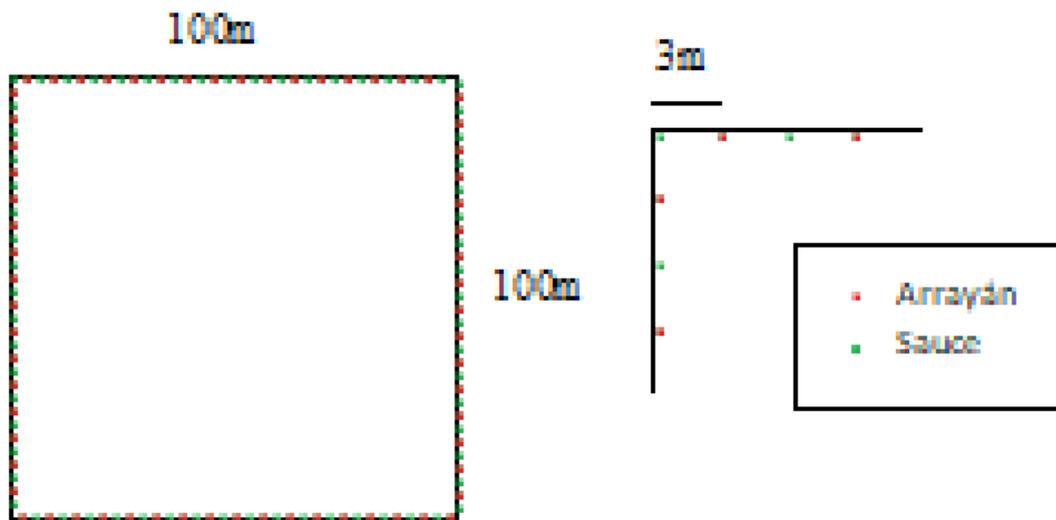
Fuente: desarrollada por el autor

Para el sistema de cercas vivas se seleccionaron árboles con funciones maderables (Tabla 10) con el fin de que el agricultor tenga una reserva de producto maderable de la cual pueda proveer en un futuro. Dependiendo de las especies escogidas, varía la cantidad de árboles a utilizar por hectárea. Por ejemplo, si se utiliza sauce (*Salix humboldtiana*) y Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla*) el

espaciamiento óptimo es de 3m debido a la amplitud de sus copas, por lo que, para cubrir los 400 m de perímetro, se necesitan 132 árboles, 66 de sauce y 66 de arrayán. Si el terreno a delimitar no cuenta con cercas muertas previamente establecidas, es necesario colocar postes muertos con espacios de 10m a lo largo de la línea perimetral, esto con el fin de poder poner alambre y evitar que el ganado que se encuentra en el terreno se salga. Antes de los 6 meses no se puede utilizar grapas en los árboles para sostener el alambre, por lo que se utilizará pita o cuerda para amarrar el alambre al tronco (Villanueva, Muhammad, Casasola, & Arguedas, 2005).

Es necesario hacer una valoración periódica de los árboles que hacen parte de la cerca y evaluar si alguno presenta una enfermedad que pueda poner en riesgo al resto del sistema. También es importante Evaluar características físicas de los arboles cómo la inclinación, para evitar que algún árbol se caiga y la cerca viva o alguna parte de su infraestructura sufra las consecuencias.

Figura 34. Modelo de cercas vivas



Fuente: desarrollada por el autor

Tabla 22. Cronograma para el sistema de cercas vivas.

Mes	1				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	2	3	4											
Semana															
Limpieza															
Poste vivo (sauce)															
Poste muerto															

Mes	1				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Semana	1	2	3	4											
Alambre															
Pita															
Grapas															
Evaluación															
Poda															

Fuente: desarrollada por el autor

En el cronograma para el sistema de cercas vivas (Tabla 21.) se plantean 3 monitoreos para la cerca viva, en el mes 4, 8 y 12, este monitoreo se realizará todos los años de vida de la cerca con la misma periodicidad. La poda se plantea 1 vez al año, ya que entre más biomasa tengan los árboles, su función de corredor biológicos aumenta (Villanueva, Muhammad, Casasola, & Arguedas, 2005).

Para el presupuesto (Tabla 22.), el camión que se encarga de hacer los viajes tiene un vagón de carga de 2.1 m por 3.5 m, lo que da un área de $7.35 m^2$; mientras que la plántula tiene un área en promedio de $100 cm^2$, lo que equivale a $0,01 m^2$, entonces dentro del camión caben 735 plántulas por viaje.

Tabla 23. Presupuesto para sistemas de cercas vivas por hectárea

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1 Personal			
Agropecuario/ agricultor	1	780.000	780.000
Técnico	1	780.000	780.000
Subtotal			1.560.000
2 Insumos			
Plantas de Sauce	133	1.450	192.850
Transporte de plantas	1	150.000	150.000
Alambre de púas (200m)	2	65.000	130.000
Subtotal			472.850

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)	
3	Herramientas			
	Pala	1	29.000	29.000
	Pica	1	32.000	32.000
	Barreto	1	26.000	26.000
			Subtotal	87.000
4	Elementos de protección personal			
	Botas	1	40.000	40.000
	Guantes	1	25.000	25.000
	Impermeable	1	30.000	30.000
			Subtotal	95.000
			Total	2.214.850
			TOTAL (+5%)	2.325.592

Fuente: desarrollada por el autor

Un sistema de cercas vivas de sauco que abarca una hectárea tiene un costo de \$2.214.850, más el 5% de imprevistos, de un total de \$2.325.592. Al igual que el sistema anterior, las entidades que deben financiarlo son la Alcaldía, CorpoGuavio y el beneficiario del proyecto. Al beneficiario no se le va a pedir que colabore económicamente, pero sí que labore el terreno, a lo cual se le pone un valor aproximado de un salario mínimo.

Tabla 24. Posibles fuentes de financiación para sistemas de cercas vivas por hectárea

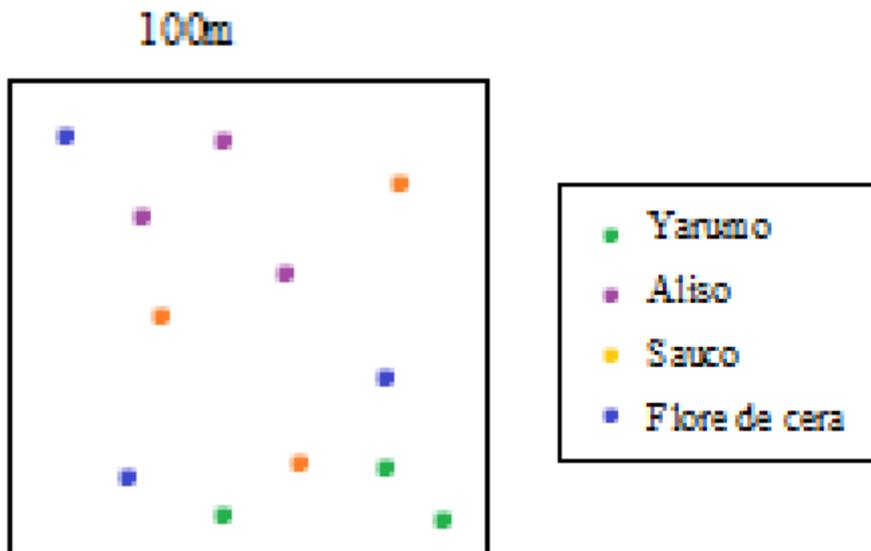
Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
1	Personal			
	Agropecuario/ agricultor	780.000	X	
	Técnico	780.000		X
2	Insumos			
	Plantas de Sauco	192.850		X
	Transporte de plantas	150.000	X	
	Alambre	130.000		X

Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
3	Herramientas			
	Pala	29.000		X
	Pica	32.000		X
	Barreto	26.000		X
4	Elementos de protección personal			
	Botas	40.000		X
	Guantes	25.000		X
	Impermeable	30.000		X
Total		\$930.000	\$894.850	\$582.850

Fuente: desarrollada por el autor

El último sistema silvopastoril hace referencia a los árboles dispersos, estos árboles pueden ser especies maderables, frutales o proveedoras de leña. Dichos árboles están asociados al incremento en la producción de leche y ganancia de peso debido a la sombra que generan (Oñate, 2016). Según el selector de especies del Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá hay 13 especies de árboles (Tabla 11.) que corresponden con el siguiente criterio de búsqueda: “Que sea una especie nativa del continente sudamericano, con una amplitud de copa mayor a 7 metros, con un rango altitudinal entre 2001 – 3000 m.s.n.m. y que ayude a la restauración ecológica”.

Figura 35. Modelo de árboles dispersos



Fuente: desarrollada por el autor

Para mostrar el manejo que se le da a este sistema, se hará el ejemplo con 4 especies de las 13 posibles: Yarumo (*Cecropia telenitida*), Aliso (*Alnus acuminata*), Sauco (*Sambucus peruviana*) y Flor de cera (*Clusia orthoneura*). Lo que se tiene que hacer es sembrar 3 árboles de cada una de las especies escogidas en diferentes partes del terreno, no se necesita un sistema de siembra definido o un espaciamiento concreto. Para aprovechar los meses de lluvia (julio, agosto y septiembre), la siembra se realizará 2 meses antes, es decir en mayo.

Tabla 25. Cronograma de siembra

Actividad	Año 1											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
Limpieza												
Preparación												
Siembra												
Meses de lluvia												

Fuente: desarrollada por el autor

Para el presupuesto, se tiene un valor por cada planta de \$1.450, es decir \$17.400. Ya que el trabajo a realizar no es extenso ni quita mucho tiempo, se le pagará a un auxiliar un jornal de \$25.000 por sembrar los 12 árboles. Para un total de \$202.400, más el 5% de imprevisto es igual a \$212.520

Tabla 26. Presupuesto para sistema de árboles dispersos

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1 Personal			
Agricultor o auxiliar	1	25.000	25.000
Subtotal			25.000
2 Insumos			
Plantas	12	1.450	17.400

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Transporte de plantas	1	10.000	10.000
Subtotal			27.400
3 Herramientas			
Pala	1	29.000	29.000
Barreto	1	26.000	26.000
Subtotal			55.000
4 Elementos de protección personal			
Botas	1	40.000	40.000
Guantes	1	25.000	25.000
Impermeable	1	30.000	30.000
Subtotal			95.000
Total			202.400
TOTAL (+5)			212.520

Fuente: desarrollada por el autor

Al igual que el sistema anterior, las entidades que deben financiarlo son la Alcaldía, CorpoGuavio y el beneficiario del proyecto. Al beneficiario no se le va a pedir que colabore económicamente, pero sí que labore el terreno, a lo cual se le pone un valor aproximado de un salario mínimo.

Tabla 27. Posibles fuentes de financiación de sistema de árboles dispersos

Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
1 Personal				
Agropecuario/ agricultor	25.000	X		
2 Insumos				
Plantas de Sauco	17.400		X	X

Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
Transporte de plantas	10.000	X		
3 Herramientas				
Pala	29.000		X	
Barreto	26.000		X	
4 Elementos de protección personal				
Botas	40.000		X	
Guantes	25.000		X	
Impermeable	30.000		X	
Total		\$35.000	\$158.700	\$8.700

Fuente: desarrollada por el autor

○ *Sistema Agroforestal*

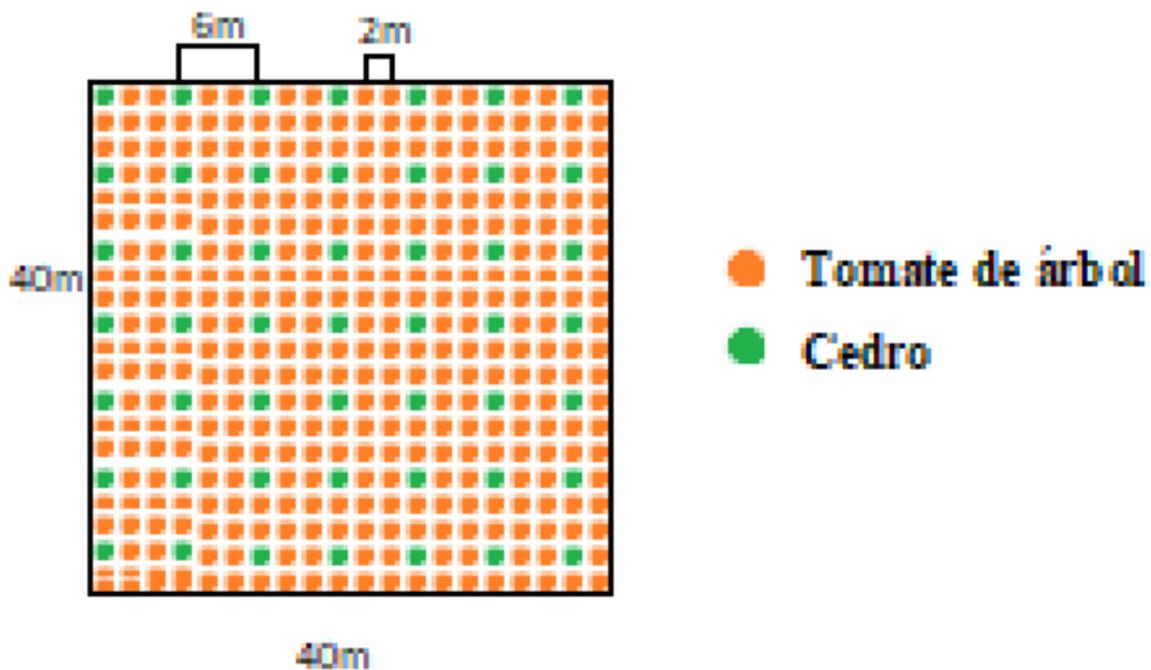
Los sistemas agroforestales combinan especies arbóreas con cultivos agrícolas con el fin de aprovechar el espacio y diversificar la producción por medio de la obtención de madera, productos agrícolas, leña, entre otros (Oficina Nacional Forestal de Costa Rica, 2013). El sistema propuesto a implementar en la zona es un sistema agrosilvicultural, el cual se caracteriza por la mezcla de especies arbóreas maderables en el mismo terreno donde se dan cultivos agrícolas, sin que el componente forestal interfiera con el agrícola (Rainforest Alliance, 2015).

El sistema propuesto para esta zona se seleccionó teniendo en cuenta las actividades productivas actuales de la zona. También se evaluó la compatibilidad de las especies a utilizar con los distintos factores bio-físicos de la zona.

El agrosistema propuesto se basa en la combinación de una especie maderable con una frutal; como especie maderable se seleccionó al Cedro de tierra fría (*Cedrela montana*) y como especie frutal se seleccionó el tomate de árbol (*Solanum betaceum*), debido a que tiene la particularidad de utilizar una baja cantidad de insumos agrícolas (Rubiano, 2015). Por un lado, el cedro de tierra fría es un árbol nativo de Sur América, que alcanza una altura máxima de 35 metros y una amplitud de copa mayor a 14 metros. Por el otro, el tomate de árbol crece entre 3 a 5 metros, su densidad de siembra es de 2500 plantas/ha para una distancia de 2m*2m (Posada, 2006).

Debido a la amplitud de la copa del cedro, su espaciamiento será de 6m *6m, superficie a aprovechar mediante la siembra de tomate de árbol a una distancia de 2m*2 m. Durante los primeros años de crecimiento del cedro se hace raleo primero del 30% y luego del 70% de las ramas, para asegurar que no haya exceso de hojas, permitiendo el paso de luz al cultivo de tomate de árbol.

Figura 36. Modelo del sistema agroforestal



Fuente: desarrollada por el autor

Los proyectos planteados siempre van a ser para una extensión de área correspondiente a una hectárea, pero debido a la cercanía de los árboles frutales, se esquematiza en un área de 40 m *40 m cómo se puede ver en la Figura 36. Teniendo en cuenta las densidades de siembra, para una hectárea, se necesitan 289 árboles de cedro y 1.024 de tomate de árbol.

El terreno se debe ir preparando dos meses antes de la siembra, con el fin de que se encuentre suelto y sin terrones. El terreno también debe contar con un buen drenaje, ya que el tomate es muy susceptible a la humedad en el suelo (Feican, 2016). Se deben hacer cepas u hoyos de 30cm X 30cm X 30cm (largo, ancho y profundo). Al momento de la poda, en árboles jóvenes es importante el corte de brotes que salen en el tallo principal, mientras que, en plantas adultas, se cortan las ramas con hojas enfermas con el fin de evitar que las enfermedades se propaguen a largo del cultivo. Cuando el cultivo entre en fase de producción, se debe hacer recolecta de quincenal de forma manual, los frutos

se deben recoger de la planta una vez maduren, se recogen aproximadamente entre 350 y 550 frutos por planta al año (Feican, 2016).

Tabla 28. Cronograma para el sistema agroforestal de Cedro y Tomate de árbol

Mes	Cedro de tierra fría												Tomate de árbol											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limpieza																								
Preparar																								
Siembra																								
Poda																								
Cosecha																								

20 plántulas de cedro tienen un valor comercial de 32.000 pesos, es decir que cada plántula tiene un valor de \$1600 y en promedio cada plántula de tomate de árbol tiene un valor de \$1500. El camión que se encarga de hacer los viajes tiene un vagón de carga de 2.1 m por 3.5 m, lo que da un área de 7.35 m²; mientras que la plántula tiene un área en promedio de 100 cm², lo que equivale a 0,01 m², entonces dentro del camión caben 735 plántulas por viaje.

Tabla 29. Presupuesto para el sistema agroforestal de Cedro y Tomate de árbol

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1 Personal			
Técnico agricultor	1	780.000	780.000
Ayudantes	4	780.000	3.120.000
		Subtotal	3.900.000
2 Insumos			
Plantas de Tomate de árbol	1024	1.500	1.536.000

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Transporte de plantas	2	300.000	600.000
Plantas de Cedro	289	1.600	462.400
Subtotal			2.598.400
3 Herramientas			
Pala	4	29.000	116.000
Pica	4	32.000	128.000
Barreto	4	26.000	104.000
Tijeras para poda	4	30.000	120.000
Subtotal			468.000
4 Elementos de protección personal			
Botas	4	40.000	160.000
Guantes	4	25.000	100.000
Impermeable	4	30.000	120.000
Subtotal			380.000
Total			7.346.600
TOTAL (+5%)			7.713.720

Para un total de \$7.346.600, más un 5% de imprevistos, dando un total final de \$7.713.720; hay que tener en cuenta que este valor es solo para la implementación del cultivo, en los meses siguientes se requerirá menos personal y no será necesario comprar herramientas ni EPP mensualmente. En épocas de cosecha, se necesitará personal suficiente para hacer la recolección.

Tabla 30. Posibles fuentes de financiación del sistema agroforestal de Cedro y Tomate de árbol

Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
1 Personal				
Agropecuario/ agricultor	780.000	X		
Ayudantes	3.120.000		X	X
2 Insumos				

Ítem	Valor total (\$)	Financiación		
		Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
Plantas de tomate de árbol	1.536.000		X	X
Transporte de plantas	600.000	X		
Plantas de cedro	462.400		X	X
3 Herramientas				
Pala	116.000		X	
Pica	128.000		X	
Barreto	104.000		X	
Tijeras para poda	120.000		X	
4 Elementos de protección personal				
Botas	160.000		X	
Guantes	100.000		X	
Impermeable	120.000		X	
Total		\$1.300.000	\$3.407.200	\$2.559.200

Por último, el diámetro mínimo de corta para el Cedro es de 60 cm. Cabe resaltar que al momento que se quiera hacer uso de la madera producida, es necesario radicar los papeles necesarios y solicitar el permiso de aprovechamiento ante la autoridad competente.

Se hará un proyecto piloto con 50 hectáreas para cada proyecto silvopastoril y agroforestal, más las hectáreas totales de los 3 focos de deforestación, que son 847 aproximadamente, para un total de 1047 hectáreas intervenidas. Siguiendo con la perspectiva global del proyecto, el valor necesario a invertir es de \$1.726.933.600, financiado de la siguiente forma posible:

Tabla 31. Tabla presupuesto total y posible financiación

Proyecto	Valor por hectárea (\$)	# de Hectáreas (ha)	Valor total (\$)	Financiación (COP)		
				Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
Reforestación de focos	1.326.293	847	1.123.370.000	-	561.685.000	561.685.000

Proyecto	Valor por hectárea (\$)	# de Hectáreas (ha)	Valor total (\$)	Financiación (COP)		
				Dueño del predio	Alcaldía	CorpoGuavio
Bancos forrajeros	1.819.440	50	90.972.000	41.107.500	29.389.500	20.475.000
Cercas vivas	2.325.592.	50	116.279.600	48.825.000	46.979.600	30.599.600
Árboles dispersos	212.520	50	10.626.000	1.837.500	8.331.750	456.750
Sistema agroforestal	7.713.720	50	385.686.000	68.250.000	178.878.000	134.358.000
TOTAL		1047	1.726.933.600	116.077.500	825.263.850	747.574.350

- ***Beneficios de la implementación del plan***

Una vez se implemente el plan, dentro de los beneficios a obtener se encuentra la restauración de ecosistemas forestales; la implementación de mejores prácticas de producción; la contribución al cambio climático mediante la captación de dióxido de carbono presente en la atmosfera; la disminución de los niveles de erosión debido a que las raíces de los árboles ayudan al soporte y a la estabilización de los suelos, principalmente en lugares con pendientes pronunciadas, lo que previene desprendimientos en masa (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

Por otro lado, los bosques también ayudan a mejorar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, mediante la reducción del caudal de descarga, la disminución del riesgo de inundación. Los bosques también minimizan la erosión del suelo y reducen la sedimentación, por lo que hay una menor concentración de sedimentos en el recurso (Calder, Hofer, Vermont, & Warren, 2007).

Los beneficios que traen consigo los sistemas silvopastoriles radican principalmente en el aumento en la producción de leche y de carnes. Estos sistemas sirven como corredores biológicos, aumentan la producción total por hectárea, ayudan a proteger los suelos, aumentan la cobertura vegetal, diversifican la producción de recursos, protegen a los animales del viento, del calor, del frío extremo, entre otros (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, 2007)

Por último, los sistemas agroforestales, ayudan a la recuperación de las propiedades del suelo, diversifican la producción, aumentan la producción total por hectárea (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, 2007). También protegen al cultivo de la radiación solar directa y de los vientos, aportan materia orgánica y se aprovecha los nutrientes de horizontes inferiores (Rainforest Alliance, 2015).

Conclusiones

- Este proyecto de grado presenta diferentes medidas que ayudan a la mitigación de las presiones e impactos antrópicos identificadas en el área de estudio, desde la perspectiva de la sostenibilidad de los sistemas naturales. Esto permitió que la investigación realizada, caracterizara ambientalmente el área de estudio, entendiendo de manera holística los procesos de degradación identificados en los últimos 27 años y desarrollando medidas que protejan los ecosistemas y a las comunidades que allí viven, siempre apuntando a la sostenibilidad y conservación de la zona.
- Con la propuesta elaborada se busca recuperar coberturas forestales, mejorar las opciones de manejo sostenible de los suelos del área de amortiguamiento, generar un aumento en los ingresos de la población de la zona mediante el uso sostenible de sus predios al tiempo que se mejora la cobertura forestal.
- Los principales beneficios que se van a generar con la implementación del plan son la restauración de ecosistemas forestales, la implementación de mejores prácticas de producción, la contribución al cambio climático, mejoría en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, soporte y a la estabilización de los suelos, aumento en la producción de leche, carnes y productos agrícolas.
- La zonificación propuesta por PNN para la zona amortiguadora del Parque Chingaza que se encuentra bajo la jurisdicción del municipio de Fómeque es casi el 25% de su territorio, sumado al aproximadamente el 50% del territorio que pertenece como tal al PNN Chingaza, sería aproximadamente un 75% del territorio municipal donde las actividades productivas son nulas o restringidas. Por otro lado, la zonificación propuesta por la Alcaldía es escasa, aproximadamente el 5% del territorio y no cumple con los principios del manual de PNN
- Se identificó y caracterizó el área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Chingaza, Municipio de Fómeque, con la ayuda de herramientas de información geográfica y por medio del levantamiento bibliográfico y documental, permitiendo obtener resultados gráficos que pueden ayudar en el proceso de toma de decisiones y en la socialización con las partes interesadas.

- Para la determinación de las técnicas silvoforestales y agroforestales como sistemas de producción alterativa, se tuvo en cuenta determinantes socioeconómicas, como las actividades productivas de la zona, y que las condiciones ecológicas de la región fueran compatibles con las necesidades agrícolas de las plantas.
- Se identificó que los Planes de manejo forestal están orientado al aprovechamiento futuro del recurso, pero dentro del marco legal analizado no se identificó un documento o norma que tuviera una orientación específica hacia la plantación de bosques con fines de conservación, lo más cercano a esto es lo que se mencionó con relación temas de restauración ecológica.

Recomendaciones

- Es importante que se implementen planes de reforestación efectivos, teniendo en cuenta las interacciones socio-ecológicas presentes y los determinantes naturales de la zona.
- Se recomienda la divulgación de este estudio a las autoridades competentes. También se requiere que las autoridades ambientales actualicen su información a medida que van saliendo nuevas formas de manejo y zonificación.
- Se recomienda que haya articulación entre las entidades que su jurisdicción converge en la zona de estudio, debido a que hay mucha discrepancia en las decisiones tomadas, como lo son las zonas amortiguadoras propuestas por la Alcaldía y por Parques Nacionales Naturales de Colombia. Además, es necesario mejorar el control y la vigilancia de las reservas forestales, debido a la deforestación que se ha presentado allí en los últimos años.
- Se recomienda que las autoridades ambientales pertinentes, especialmente Corpoguavio, cuente con mejores líneas de comunicación con el ciudadano. También es necesario que se reconozca efectivamente el derecho de acceso a la información pública, cómo lo establece la Ley 1712 del 2014.
- Es importante educar a las personas de influencia directa sobre la zona de estudio, en el fin de que se genere conciencia ambiental y de esta forma, prevenir las posibles presiones futuras.
- Es importante que la ingeniería ambiental siga desarrollando este tipo de investigaciones, con el fin de preservar el medio ambiente, darle un manejo sostenible a los recursos, siempre teniendo en cuenta las actividades socio-ecológicas de la zona

Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Chivor. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial, Municipio de Chivor*. Recuperado el 27 de 07 de 2018, de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/proyectos%20%20-%20chivor%20\(206%20pag%20-%20882%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/proyectos%20%20-%20chivor%20(206%20pag%20-%20882%20kb).pdf)
- Alcaldía de Fómeque. (2010). Mapa Zonificación 1 (2010).
- Alcaldía de Fómeque. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Fómeque*. Recuperado el 27 de 07 de 2018, de Centro de Documentación e Información Municipal: http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/fómeque%20proyecto%20de%20acuerdo_pbot.pdf
- Alcaldía Municipal de Fómeque. (24 de 05 de 2018). *Nuestro municipio*. Recuperado el 27 de 07 de 2018, de Fómeque: <http://www.fomeque-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcorno, J., Neville J., R., Colin, A., Butler, D., Baird, J., Doris, C., ... Castilla, J. C. (2003). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being. A framework for assessment*. (Millennium, Ed.) (1st ed.). Washington, DC.: Island Press Island.
- Alianza Mexico REDD+. (2011). *Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca, Mexico*. Obtenido de <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositorioidigital/files/original/15edadd78c52f266fd20e2234a10cba8.pdf>
- Arango, B. (2013). Sumideros de carbono en el marco del Protocolo de Kioto.
- Arnold, M., & Osorio, F. (1988). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas*. (C. d. Moebio(3), Ed.) Recuperado el agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/101/10100306.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*.
- Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá: Dirección Integrada de Cuencas Hidrográficas. (2008). Modelo Forestal Sostenible para la restauración de cuencas hidrográficas y Áreas Protegidas. Obtenido de Carbon Finance ORG: http://wbcarbonfinance.org/docs/Panam_Sustainable_Forestry_SPANISH.pdf

- Berjemeo, A. (2018). Sinopsis Histórica de Grecia Antigua. Recuperado el 2018, de Temas de Cultura Clásica: <http://temasdeculturaclasica.com/sinopsis-historica-de-grecia-2/>
- Calder, I., Hofer, T., Vermont, S., & Warren, P. (2007). *Visión de conjunto del estado del conocimiento sobre las interacciones entre los bosques y el agua, y principales problemas relacionados con la política forestal e hídrica*. Obtenido de Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua: <http://www.fao.org/docrep/010/a1598s/a1598s02.htm>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2010). Plan de competitividad para la provincia de Oriente. Bogotá.
- Cárdenas, U., & Comunidades de los Páramos. (2015). *Historia reciente de la deforestación y reforestación en la cuenca alta de la quebrada Caquinal, Fómeque* (Primera edición ed.).
- Clark, P. (enero de 2016). *La Importancia de la zona de amortiguamiento de las Áreas Silvestres Protegidas*. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de Parques Nacionales del Paraguay : <http://parquesnacionalesdelparaguay.blogspot.com/2016/01/la-importancia-de-la-zona-de.html>
- CorpoGuavio. (2015). Boletín de prensa N° 025: Áreas protegidas de la Jurisdicción de CorpoGuavio. Obtenido de <http://www.corpoguavio.gov.co/listarticulos/ArticleId/183/boletn-de-prensa-no-025-de-2015-reas-protegidas-de-la-jurisdiccin-de-corpoguavio>
- Departamento Administrativo de Planeación & Alcaldía de Medellín. (2005). *Estrategia de participación ciudadana en la revisión y ajuste al POT Medellín 2005*. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de Biblioteca Digital de la Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3204/1/CartillaPot.pdf>
- EcuadorForestal.org. (2012). *Ficha Técnica N° 5: CEDRO*. Obtenido de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>
- FAO. (2015). *Cedro, árbol que se puede encontrar en el Quindío, entre las especies en peligro*. Obtenido de http://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-cedro_rbol_que_se_puede_encontrar_en_el_quindo_entre_las_especies_en_peligro-seccion-la_general-nota-90689.htm
- Fondo Americas Org. (2011). Manejo Sostenible de Recursos Naturales Renovables. Obtenido de <http://www.fondoamericas.org.pe/programas/medio-ambiente/manejo-sostenible-de-recursos-naturales-renovables/>
- Fondo Mundial para la Naturaleza ORG. (2017). *Deforestación*. Obtenido de WWF panda: http://wwf.panda.org/es/que_hacemos/sitios_prioritarios/amazonia/los_desafios/deforestacion/
- Fondo Patrimonio Natural. (2012). *Proceso de ordenación de cuencas y zonas amortiguadoras parques Old Providence, orquídeas y Santuario Galeras*.

- Gobernación de Cundinamarca. (2014). Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013 (Primera edición ed.).
- Gobernación de Cundinamarca. (2016). *Estadísticas Agropecuarias* (Vol. 25).
- Hughes, J. (1975). Ecología de las civilizaciones antiguas.
- ICA; PRONATTA. (1977). *Principales pastos de corte en Colombia*. Obtenido de <http://comalfi.com.co/data/documents/Principales-Pastos-de-corte-en-Colombia.pdf>
- IDEAM. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación*. Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/44688974/Analisis+de+tendencias+y+patrones+espaciales+de+deforestacion+en+Colombia/06030c14-c433-485a-8541-8367e78038aa?version=1.0>
- IDEAM. (2012). Cobertura de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia durante el periodo 2010-2012. Obtenido de <https://bit.ly/2Paa7AG>
- IDEAM. (2012). Mapa de Precipitación Total Anual de la Republica de Colombia. Obtenido de <https://bit.ly/2DYVgry>
- IDEAM. (2012). Mapa de Temperatura Media Anual de la Republica de Colombia. Obtenido de <https://bit.ly/2y5znl0>
- IDEAM; IGAC; SINCHI; INVEMAR; IIAP; IAvH. (2007). Mapa De Ecosistemas Continentales, Costeros Y Marinos De Colombia.
- IDEAM; IGAC; SINCHI; INVEMAR; IIAP; IAvH. (2017). Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Obtenido de <https://bit.ly/2RwWOMv>
- IGAC. (2013). Conflictos de Uso del Suelo. Obtenido de <https://bit.ly/2BWAoi2>
- InfoBosques. (2014). *Deforestación y reforestación. Lecturas de apoyo*. Obtenido de Portal de los Bosques del Perú: http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/02/deforestacion_reforestacion.pdf
- Lovelock, J. (1988). *Ages of Gaia: A new vision of the Earth life*. New York: Norton and Co.
- Marco, M. (2008). *Holcus lanatus*. Obtenido de Plan Agropecuario: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R_125_48.pdf
- Martínez, G. (2016). *Opciones de mercado para la madera en plantaciones forestales del tolima*. Obtenido de http://www.almamater.edu.co/Memorias.PDF/9.Opciones.Mercado.Madera.Tolima_Giovani.Martinez_Consultor.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay. (2007). *Manual de Agroforestería*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://www.mag.gov.py/bina/dato/Manual%20de%20agroforesteria.pdf>

- Mora, F., & Orellana, A. O. (2015). *Zonas De Amortiguamiento Como Herramienta De Conservación De Las Áreas Protegidas Caso: Parque Recreacional Y Bosque Protector Jerusalem. Ecuador*. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de Revista: Desarrollo Local Sostenible: <http://www.eumed.net/rev/delos/23/areas-prottegidas.html>
- Oficina Nacional Forestal de Costa Rica. (2013). *Guía Técnica de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables*. Obtenido de http://onfcr.org/media/uploads/documents/guia_saf_onf_para_web.pdf
- Oñate, K. (2016). *Evaluación comparativa de un sistema silvopastoril implementado en la finca Rancho Alegre del Municipio de San Diego (Departamento del Cesar) con un sistema de producción convencional, para evaluar la producción de carne y leche en las vacas de raza Cebú*. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13881/1/1065629976.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1999). SISTEMAS AGROFORESTALES. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S04.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1999). SISTEMAS SILVOPASTORILES. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S05.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Los bosques y suelos forestales contribuyen de manera esencial a la producción agrícola y a la seguridad alimentaria mundial*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Agricultura sostenible*. Obtenido de Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/423953/>
- Ortuño, F., & Peña, J. (1979). *Sobre las Reservas y Cotos Nacionales de Caza Españoles*. Obtenido de Portal Forestal de Castilla y León: http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/sobre_las_reservas_y_cotos_nacionales_de_caza_espanoles.pdf
- Pacheco, Y., & Suárez, Y. (2014). Propuesta de reforestación de la finca "EL Palmar" del municipio de Pinar del Río, mediante la forestaría análoga. *Revista Científica Avances*, 16(2).
- Parques Nacionales Naturales. (03 de 2008). Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras. Colombia. Obtenido de http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-3-PNN-2008-Manual-delimita_zonifica-ZA.pdf

- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2016). Reformulación Participativa del Plan de Manejo Parque Nacional Natural Chingaza. Recuperado el 2018, de https://storage.googleapis.com/pnn-web/uploads/2017/03/PM-Chingaza-Mar8_2017.pdf
- Pedraza, C. (2013). *Pastos de Colombia. Gramíneas de clima frío para pastoreo*. Obtenido de <http://pastosdenuestracolombia.blogspot.com/>
- Posada, L. (2006). *Cultivo de Tomate de Árbol*. Obtenido de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-tomate-arbol-t26646.htm>
- Presidente de la Republica de Colombia. (1974). Decreto Ley 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Presidente de la Republica de Colombia. (1977). *Decreto 622*. Recuperado el 2018, de UNESCO: http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/colombia/colombia_decreto_622_16_03_1977_spa_orof.pdf
- Presidente de la Republica de Colombia. (2010). Decreto 2372. Obtenido de Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.: https://www.ani.gov.co/sites/default/files/decreto_2372.pdf
- Rainforest Alliance. (2015). *Manual para el establecimiento y manejo de Sistemas Agroforestales para las comunidades de la parroquia Hatun Sumanku, Archidona, Ecuador*. Obtenido de <https://www.rainforest-alliance.org/lang/sites/default/files/publication/pdf/Paisajes%20Sostenibles%20%28ICAA%29%20-%20Manual%20para%20el%20Establecimiento%20y%20Mantenimiento%20de%20Sistemas%20Agroforestales%20en%20la%20Parroquia%20de%20Hatun%20Sumaku%2C>
- Registro Único Nacional de Áreas Protegidas. (2017). Hoya Hernando. Obtenido de <http://runap.parquesnacionales.gov.co/area-protegida/621>
- Registro Único Nacional de Áreas Protegidas. (2017). Ríos Blanco y Negro. Obtenido de <http://runap.parquesnacionales.gov.co/area-protegida/575>
- Reina, M., & Rivas, Á. (2015). *análisis del medio rural 35 Servicios ecosistémicos en los sistemas rurales campesinos de Fómeque, Cundinamarca, Colombia*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/287332938_Servicios_ecosistemicos_en_los_sistemas_rurales_campesinos_de_Fomeque_Cundinamarca_Colombia

- Rojas, Y. (2014). *La historia de las áreas protegidas en Colombia, sus rmas de gobierno y las alternativas para la gobernanza*. Recuperado el 2018, de Scielo.org: <http://www.scielo.org.co/pdf/soec/n27/n27a07.pdf>
- Rubiano, W. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE ARREGLO AGROFORESTAL EN PEQUEÑAS UNIDADES PRODUCTIVAS CASO DE ESTUDIO FINCA EL VENADO VEREDA LOS PUENTES MUNICIPIO DE ÚMBITA BOYACÁ*. Obtenido de Uniniversidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3794/3/74329729.pdf>
- Torres, D. (2010). *Plan de reforestación de predios pertenecientes al municipio de Tenjo, Cundinamarca*. Obtenido de Universidad de la Salle: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5219/T12.10%20M672p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Spereda, T. (2010). *Caza y pesca: Historia*. Obtenido de CAZA Y PESCA: <https://tein0910cazaypesca.webnode.es/caza/historia/>
- Universidad Popular Autónoma de Puebla (2008) Metodología de la investigación. Recuperado de <https://sites.google.com/a/upaep.mx/metodologia-de-la-investigacion/deferencias-y-similitudes-de-los-enfoques-cuantitativo-y-cualitativo>
- Torres, D. (2010). *Plan de reforestación de predios pertenecientes al municipio de Tenjo, Cundinamarca*. Obtenido de Universidad de la Salle: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5219/T12.10%20M672p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Técnica de Ambato; Córdova, A. (2013). *Forrajicultura. Holcus lanatus*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/AndreaCordova77/holco1>
- Vergara, P. (2018). *Investigan efctos de la deforestación en comportamiento de pájaros carpinteros al sur del Chile*. Obtenido de Universidad de Santiago de Chile: <http://www.usach.cl/news/investigan-efectos-la-deforestacion-comportamiento-pajaros-carpinteros-al-sur-del-chile>
- Villanueva, C., Muhammad, I., Casasola, F., & Arguedas, R. (2005). *Las cercas vivas en las fincas ganaderas*. Obtenido de Universidad Centroamericana de Nicaragua: http://repositorio.uca.edu.ni/2227/1/las_cercas_vivas_en_las_fincas_ganaderas.pdf