MANEJO ADAPTATIVO DEL TERRITORIO EN UNA CUENCA ALTOANDINA DESDE LA DIVERSIDAD CULTURAL Y ECOSISTÉMICA

LILIANA RECAMAN MEJIA

Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales

Director

Hugo Portela Guarín, Ph.D.

Asesora

Nilsa Lorena Alvear Narváez, Ph.D.

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación

Gestión Ambiental y Territorio

Popayán

2017

LILIANA RECAMAN MEJIA

MANEJO ADAPTATIVO DEL TERRITORIO EN UNA CUENCA ALTOANDINA DESDE LA DIVERSIDAD CULTURAL Y ECOSISTÉMICA

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca para la obtención del Título de

Doctora en Ciencias Ambientales

Director

Hugo Portela Guarín. Ph.D.

Asesora

Nilsa Lorena Alvear Narváez, Ph.D.

Popayán

2017

A mi padre celestial por su guía

A mi esposo Juan Carlos, a mis hijos Juanita y Francisco José, a mi Jerónimo, a mi yerno Felipe, a mis padres Gustavo y Eneyda, a mis hermanos, especialmente Ana Lucía, por su apoyo, motivación y orientación

A mis compañeros de trabajo con quienes he compartido esta experiencia

A las comunidades por sus aportes, aprendizajes, especialmente por querer proponer un cambio que los beneficie en estos procesos que requieren adaptación.

Agradecimientos

Hugo Portela Guarín, director de tesis, por su orientación.

Al profesor Apolinar Figueroa Casas por su apoyo, motivación y orientación.

A Margarita Mass Moreno por la oportunidad y aprendizajes

A Jorge González Muñoz, Jimmy Guerrero, Francisco Bochell por la orientación y conocimientos compartidos.

A Lorena Alvear por su acompañamiento y asesoría en este proceso.

A Víctor Hugo Zúñiga, Lilia Leonor Torres, Libardo Ahumada, Diego Lara, Felipe Liévano y Fernando Felipe Muñoz por los aportes al proceso.

A los directivos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, por su apoyo para el desarrollo de la investigación.

A mis compañeros del Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P y Fundación Procuenca río Las Piedras, por el apoyo al proceso.

A las comunidades de Asocampo, Asoproquintana, Cabildo Indígena de Puracé y Cabildo Indígena de Quintana, grupos comunitarios del Hogar, Santa Helena de la Subcuenca Molino, por los aprendizajes compartidos.

Al equipo de CCAFS, especialmente Ana María Loboguerrero por su invaluable apoyo y gestión de los procesos para mejorar la seguridad alimentaria y de adaptación.

A la Fundación Ecohábitats, Liliana Paz y Luis Alfonso Ortega, gestores de herramientas de educación encaminadas a la adaptación.

A los profesores y compañeros del Doctorado en Ciencias Ambientales, agradecimientos por la formación y experiencias compartidas.

Resumen estructurado

Este enfoque orientado en una cuenca Altoandina, es un aporte de lo indagado con los actores sociales e institucionales de la subcuenca Piedras y de otras fuentes de abastecimiento del sistema que abastece a la ciudad de Popayán. Forma parte del conocimiento adquirido a lo largo de 25 años de trabajo en estos territorios y de la sistematización de diferentes procesos, profundizado en el período de la investigación, aprendiendo de las comunidades, compartiendo conocimientos e intercambiando con sus saberes, la construcción de alternativas que han llevado a múltiples reflexiones, entre ellas, que solo podemos adaptarnos a los cambios en la medida en que nos preparemos para asumirlos.

El proceso de investigación desarrollado muestra cómo, desde las Ciencias Ambientales, se analiza el socioecosistema y sus interacciones de acuerdo a las características y particularidades de los subsistemas que lo integran; la cosmovisión de los actores sobre el territorio, considerando el conocimiento endógeno y científico, las acciones que permiten concertación de principios, acuerdos, resolución de conflictos y su repercusión sobre la construcción de confianza que se refleja en la gobernanza, que incide sobre el manejo de los servicios ecosistémicos y los procesos de gestión para los servicios ambientales. Lo anterior está influenciado tanto por impulsores internos como las políticas sociales de sus actores y por los externos tales como los fenómenos de variabilidad, cambio climático, conflictos sociopolíticos y políticas de Estado. De estas interacciones se generan las acciones que permiten acercarse a las formas, manejos y planificación del territorio y muestra la influencia en la toma de decisiones para enfrentar la gestión del riesgo de desastres, que se reflejan finalmente en el manejo adaptativo del territorio. Este proceso considera un monitoreo continuo que conlleva a revisión de indicadores y ajuste de metas.

La investigación se desarrolló en la subcuenca río Las Piedras, principal fuente de abastecimiento de la capital caucana, que forma parte integral de la cuenca del río Cauca, segundo de importancia en el país; así mismo, se indagó sobre otras cuencas que aportan sus servicios ambientales al abastecimiento de agua para la

ciudad de Popayán, con el fin de analizar prácticas transversales a los procesos de adaptación que se realizan con la Red de Custodios de Semillas de la cuenca alta del río Cauca. Para el caso Piedras, se presentan los hitos históricos que influyeron en la transformación del territorio, los principios relevantes para la concertación en la gestión que se asocian a los indicadores de respuesta del sistema, el análisis de los resultados del comportamiento del caudal y su variación según fenómenos climáticos. Adicionalmente, se aplica un modelo que permite analizar la respuesta del ecosistema frente a los servicios ambientales ante futuras demandas de agua en el tiempo. Así mismo, se evalúan los cambios en las coberturas vegetales y su prospectiva en un horizonte de tiempo futuro, para el caso de no continuar con los procesos de adaptación.

Con el fin de corroborar la propuesta del enfoque, se detallan resultados de la influencia de las prácticas de adaptación de acuerdo a beneficios, barreras y estrategias que estas representan en el socioecosistema; así mismo, se resalta la forma como a través de acuerdos, se ha fortalecido la gobernanza con un pacto de Paz y Convivencia entre los actores, la construcción de un acuerdo de voluntades para el manejo y gestión de una cuenca, la gestión del riesgo construido con el conocimiento endógeno y científico, para conformar un sistema de alertas agroclimáticas tempranas participativas SAATP y la propuesta de herramientas para fortalecer los servicios ecosistémicos y ambientales a través de un fondo de agua, como herramienta para mejorar la gestión. Posteriormente, las variables claves de análisis se unen para proponer un enfoque integrador del manejo adaptativo del territorio, considerando la diversidad cultural y ecosistémica. Se puede concluir que fortalecer el socioecosistema de una región, permite dar respuesta a la adaptación con sostenibilidad y enfrentar retos futuros en las dinámicas de transformación del territorio.

PALABRAS CLAVE: Socioecosistema, Gobernanza, Servicios Ecosistémicos, Servicios Ambientales, Manejo Adaptativo del Territorio.

Structured abstract

This approach, based on a High Andean basin, is a report of the research carried out with the social and institutional stakeholders of the Piedras subbasin and other sources of supply for the system that supplies the city of Popayán. It is part of the knowledge acquired during 25 years of work in these territories and the systematization of different deep processes in the period of the investigation, learning from the communities, sharing knowledge and exchanging with their knowledge, the construction of alternatives that have led to multiple reflexes, among them, that we can only adapt to changes as we prepare to sustain them.

The research process developed shows how from the environmental sciences, the socioecosystem and its interactions are analyzed according to the characteristics and particularities of the subsystems that integrate it, the worldview of the actors on the territory, considering endogenous and scientific knowledge, the actions that allow agreement of principles, agreements, resolution of conflicts and their impact on the building of confidence that is reflected in the governance, which focuses on the management of ecosystem services and management processes for environmental services. This is influenced both by internal drivers, like social policies of its actors and external drivers, like the phenomena of variability, climate change, sociopolitical conflicts and State policies. From these interactions are generated the actions that allow approach to the forms, management and planning of the territory and shows the influence in the decision making to face disaster risk management, which are finally reflected in the adaptive management of the territory. This process considers a continuous monitoring that leads to the revision of indicators and adjustment of goals.

The research was developed in the sub basin Las Piedras river, main source of supply of the Cauca department capital, Popayán, which is an integral part of the Cauca river basin, second of importance in the country; likewise, it was asked about other basins that contribute their environmental services to the water supply for the city of Popayán, in order to analyze practices that are transversal to the adaptation processes carried out with the Seed Custody Network of the upper Cauca basin. For the Piedras case, the historical landmarks that influenced the transformation of the

territory are presented, as also the principles relevant to the concertation in the management that are associated to the indicators of response of the system, the analysis of the results of the flow behavior and its variation according to climatic phenomena. Additionally, a model is applied that allows analyzing the ecosystem response to environmental services in the face of future water demands over time. Likewise, the changes in the vegetation cover and its prospective are evaluated in a future time horizon, in the case of not proceeding with the adaptation processes.

In order to corroborate the proposal of the approach, we detail the results of the influence of the adaptation practices according to the benefits, barriers and strategies that these represent in the socioecosystem; likewise, it is highlighted how through agreements, governance has been strengthened with a Peace and Coexistence pact between the actors, the construction of an agreement of wills for the management and management of a watershed, the risk management built with endogenous and scientific knowledge, to form a system of participatory early agroclimatic alerts SAATP and the proposal of tools to strengthen ecosystem and environmental services through a water fund, as a tool to improve management. Subsequently, the key analysis variables are combined to propose an integrative approach to the adaptive management of the territory, considering the cultural and ecosystem diversity. It can be concluded that strengthening the socio-ecosystem of a region allows responding to adaptation with sustainability and facing future challenges in the dynamics of territory transformation.

KEYWORDS: Socioecosystem, Governance, Ecosystem Services, Environmental Services, Adaptive Territorial Management.

Tabla de contenido

Capítulo 1. Presentación y planteamiento de la investigación 10

1.1 Ficha de Presentación 11

1.2 Problemática de la investigación 12

1.2 Objetivos de la Investigación 18
1.2.1 Objetivo general 18
1.2.2 Objetivos específicos 19

1.3 Estructura del Documento 19

1.4 Marco Teórico 21
1.4.1 El rol de las Ciencias Ambientales en la construcción de un enfoque del manejo adaptativo de una cuenca altoandina 21
1.4.2 Las cuencas altoandinas como ambientes complejos desde los socioecosistemas 26
1.4.3 La relación entre el ordenamiento, el manejo del territorio y los socioecosistemas 30
1.4.4 Principios, conceptos e indicadores aplicados al manejo adaptativo en el territorio 35
1.4.5 La evolución de los enfoques en manejo de cuencas 43

1.5 Marco Metodológico 51
1.5.1 Estudio de Caso 51
1.5.2 Construcción del enfoque 53

Capítulo 2. Formas de manejo y gestión asociados a los procesos de ordenación del territorio y las cosmovisiones que las sustentan 68

2.1 Introducción 69

2.2 Paso 1: Caracterización del socioecosistema 70
2.2.1 Subsistema ambiental 71
2.2.2 Caracterización del subsistema agrícola, pecuario y forestal (agrario) 77
2.2.3 Caracterización del subsistema sociocultural 79
2.2.4 Caracterización de coberturas de la tierra 92
2.2.5 Análisis de Cambios en Coberturas de 1989 al 2016 98
2.2.6 Conflicto Tenencia de la tierra 1989 a 2017 113
2.2.7 Servicios ecosistémicos y ambientales 123
2.2.8 Propuesta de herramientas para el pago por servicios ambientales 133

2.3 Paso 2: Identificación y selección de prácticas de manejo ambiental para la adaptación, a través de procesos de participación comunitaria 135
2.3.1 Análisis de vulnerabilidad 135
2.3.2 Identificación de prácticas 137

2.3.3 Visualización de variables en el plano de influencia x dependencia.....151

2.4 Conclusiones.....159

Capítulo 3. Principios, conceptos e indicadores aplicados al manejo adaptativo en el territorio (Paso 3).....161

3.1 Introducción.....162

3.2 Principios y conceptos determinantes para la construcción del enfoque.....163

3.3 Indicadores de análisis para la construcción del enfoque 169

3.3.1 Indicador de capacitación y generación de conocimiento a través de prácticas de adaptación y el SAATP 171

3.3.2 Indicadores seleccionados para evaluar la disponibilidad de los servicios ambientales 234

3.4 Conclusiones.....250

Capítulo 4. Integración de los componentes socio ecosistémicos que intervienen en el ordenamiento del territorio, considerando la discusión interdisciplinar para la integración de un enfoque que permita el manejo adaptativo (Paso 4) 252

4.1 Aporte de la investigación doctoral con la construcción de un enfoque integrador del manejo adaptativo del territorio 253

4.1.1 La construcción de confianza y los acuerdos que afianzan la gobernanza para la adaptación 253

4.1.2 La Resiliencia Socioecosistémica y su relación con el Manejo Adaptativo del Territorio 255

4.2 Conclusiones.....274

Conclusiones generales 276

Retos para su implementación 277

Bibliografía 279

Anexos 289

Anexo 1. Matriz DOFA para análisis de aplicación de servicios ambientales.....290

Anexo 2. Formatos de encuestas y consentimiento. 293

Anexo 3. Manejo adaptativo del territorio – prácticas de adaptación Subsistemas Sociocultural y Agrario 296

Anexo 4. Conversatorios y talleres comunitarios 329

Anexo 5. Cambios de coberturas y análisis de ganancias pérdidas y persistencias 1989 – 2016 352

Lista de figuras

Figura 1.1. Planteamiento de la problemática. 19

Figura 1.2. El rol de las ciencias ambientales.. 27

Figura 1.3. Relación de componentes que se asocian al manejo adaptativo. 36

Figura 1.4. Interacción de componentes del socioecosistema y su relación con las ciencias ambientales. 42

Figura 1.5. Interacción de componentes del socioecosistema, su relación con las ciencias ambientales y el enfoque del manejo adaptativo.. 51

Figura 1.6. Pasos para la construcción del enfoque. 55

Figura 1.7. Esquema metodológico del paso 1: caracterización del socioecosistema. 62

Figura 1.8. Esquema metodológico del paso 2: identificación y selección de prácticas para la adaptación.. 63

Figura 1.9. Esquema metodológico del paso 3: selección de principios, conceptos e indicadores.. 67

Figura 1.10. Esquema metodológico del paso 4: integración de componentes y construcción del enfoque integral.. 68

Figura 2.1. Componentes de análisis de socioecosistema Piedras. 72

Figura 2.2. Mapa de localización general subcuenca río Las Piedras. 73

Figura 2.3. Mapa de la red hídrica subcuenca río Las Piedras. 75

Figura 2.4. Mapa de localización de Actores Sociales Subcuenca río Las Piedras. 84

Figura 2.5. Linea de tiempo de caso construida con la comunidad, referencias bibliográficas. 92

Figura 2.6. Mapa de Coberturas de la tierra 1989. 96

Figura 2.7. Mapa de Coberturas de la tierra 2016. 98

Figura 2.8. Cambios MCPEN. y PL. 1989 – 2016. 99

Figura 2.9. Coberturas de la tierra, vereda San Ignacio (1999) 100

Figura 2.10. Coberturas de la tierra, vereda San Ignacio (2016) 100

Figura 2.11. Mosaico de Cultivos y Pastos. Parcela Octaviano Lame. 101

Figura 2.12. Cambios en coberturas 1989 a 2016. 101

Figura 2.13. Mapa de Cambios de PL. a MCPEN. 1989 a 2016. 102

Figura 2.14. Mapa de Cambios de BF/GR a PL y BA a BF/GR 1989 a 2016.....104

Figura 2.15. Cambios Coberturas 1989 – 2009.....105

Figura 2.16. Mapa de cambios de PL. a Bosque Frag/GR. 1989-2009.....106

Figura 2.17. Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1989-2009. 107

Figura 2.18. Ganancias, pérdidas y persistencias de MCPEN. 1989 – 2009.....108

Figura 2.19. Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia de MCPEN. 1989-2009. 109

Figura 2.20. Mapa de cambios de PL. a Bosque Frag/GR. 1989-2016. 111

Figura 2.21. Ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN. 1989 – 2016.....112

Figura 2.22. Mapa ganancias, pérdidas y persistencia de MCPEN. 1989-2016. 113

Figura 2.23. Cantidad de predios en conflicto por temporalidades. 115

Figura 2.24. Porcentaje de predios en conflicto por temporalidades. 116

Figura 2.25. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 1989. 117

Figura 2.26. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 2007 118

Figura 2.27. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 2014 119

Figura 2.28. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 2017 120

Figura 2.29. Gobernanza territorial 2016. 121

Figura 2.30. Mapa de Gobernanza Territorial 2016. 122

Figura 2.31. Socioecosistema Piedras y su relación con los servicios ecosistémicos y ambientales. 125

Figura 2.32. Niveles de vulnerabilidad de cuenca alta del río Cauca 138

Figura 2.33. Taller identificación de prácticas de manejo ambiental en el territorio 139

Figura 2.34. Marco de priorización de prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC).....145

Figura 2.35. Interpretación del gráfico de influencia x dependencia y tipología de variables 153

Figura 2 36. Mapa de influencia/dependencia directa. 158

Figura 3.1. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a la mejora de la seguridad alimentaria. 172

Figura 3.2. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a la mejora del sistema productivo 173

Figura 3.3. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que las zonas de protección se mantengan. 174

Figura 3.4. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que se eviten problemas de contaminación. 176

Figura 3.5. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto al mejor uso del suelo. ...177

Figura 3.6. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por lluvias. 178

Figura 3.7. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por granizadas. 180

Figura 3.8. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por heladas. 181

Figura 3.9. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por sequías. 182

Figura 3.10. Diagramas de barras para la práctica biopreparados, asociación de cultivos y rotación de terrenos respecto a la manera en fue adquirido el conocimiento. 183

Figura 3.11. Diagramas de barras para la conservación de fuentes de agua y semillas nativas respecto a la manera en fue adquirido el conocimiento. 184

Figura 3.12. Diagramas de barras para la optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple respecto a la manera en fue adquirido el conocimiento. 185

Figura 3.13. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, evita problemas generados por lluvias. 185

Figura 3.14. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, evita problemas generados por sequias. 186

Figura 3.15. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, mejoran los sistemas productivos. 187

Figura 3.16. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, permite que zonas de protección se mantengan. 187

Figura 3.17. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, mejoran la seguridad alimentaria. 187

Figura 3.18. Práctica 1. Protección y conservación de fuentes de agua. 190

Figura 3.19. Práctica 2. Biopreparados para el control de plagas y enfermedades. 191

Figura 3.20. Práctica 3. Conservación de semillas nativas. 192

Figura 3.21. Práctica 4. Asociación de cultivos. 193

Figura 3.22. Práctica 5. Sistemas de alertas tempranas participativas. 194

Figura 3.23. Práctica 6. Rotación de terrenos con cercas eléctricas y bebederos ecológicos móviles. 195

Figura 3.24. Práctica 7. Planificación de la finca o parcela y optimización del terreno. 196

Figura 3.25. Práctica 8. Riego (goteo o microaspersión). 197

Figura 3.26. Práctica 9. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple. 198

Figura 3.27. Instalación y capacitación de instrumentos de medición climática. 199

Figura 3.28. Red de monitoreo climático con participación comunitaria. 200

Figura 3.29. Selección y priorización participativa de Bioindicadores Climáticos 205

Figura 3.30. Valores anuales de caudales del río Piedras para el periodo 1969 – 2015 209

Figura 3.31. Balance hídrico general de la subcuenca río Las Piedras 215

Figura 3.32. Precipitación 2014, subcuencas hidrograficas. 217

Figura 3.33. Precipitacion 2014 subcuencaRio Piedras 218

Figura 3.34. Precipitación 2015, subcuencas hidrográficas. 219

Figura 3.35. Precipitacion 2015 subcuenca Río Piedras. 220

Figura 3.36. Precipitación 2016, subcuencashidrográficas. 221

Figura 3.37. Precipitacion 2016 subcuencas Rio Piedras 222

Figura 3.38. Precipitacion media mensual subcuenca río Las Piedras 223

Figura 3.39. Delegación Colombiana visita Senegal. 224

Figura 3.40. Reunión de la Mesa Agroclimática en Cauca 225

Figura 3.41. Mesa Técnica de Pronóstico Agroclimático 225

Figura 3.42. Reuniones de la Mesa Técnica Regional de Pronósticos Agroclimáticos.....226

Figura 3.43. Boletines de Alertas Agroclimáticas 227

Figura 3.44. Coberturas de la tierra al 2040 en un escenario con prácticas de manejo (CP) y sin prácticas de manejo (SP).. 235

Figura 3.45. Mapa de proyección de coberturas de la tierra al año 2040 con prácticas de manejo. 237

Figura 3.46. Mapa de proyección de coberturas de la tierra al año 2040 sin prácticas de manejo. 238

Figura 3.47. Variables utilizadas en el análisis del balance de oferta y demanda. 240

Figura 3.48. Proyección de la población a nivel urbano 2040 que se abastece del río Piedras. 241

Figura 3.49. Proyección de la población a nivel rural 2040. 243

Figura 3.50. Mapa de localizacion de cultivos (huertas caseras) 245

Figura 3.51. Caudal promedio mensual, río Las Piedras (1969 – 2016). 248

Figura 3.52. Demanda de agua en escenario de referencia. 249

Figura 3.53. Demanda de agua no cubierta en escenario de referencia. 250

Figura 4.1. Propuesta aplicada del enfoque del manejo adaptativo del territorio. 274

Lista de tablas

Tabla 1.1. Elementos empleados en el análisis espacio temporal. 56

Tabla 1.2. Características de las imágenes satelitales. 57

Tabla 1.3. Abreviaturas coberturas de la tierra.....59

Tabla 1.4. Resumen del tratamiento estadístico propuesto para la evaluación del impacto de las prácticas de manejo adaptativo sobre los eventos de variabilidad climatica, adaptación y de qué manera fue adquirido el conocimiento.....65

Tabla 2.1. Características morfométricas, adaptado Plan de Manejo Cuenca Piedras, 2006. 77

Tabla 2.2. Línea de tiempo de caso construida con la comunidad, en taller realizado por PROCASUR. 91

Tabla 2.3. Coberturas de la tierra 1989 a 2016. 93

Tabla 2.4. Conflicto en tenencia de la tierra por temporalidades. 115

Tabla 2.5. Gobernanza territorial 2016. 121

Tabla 2.6. Servicios ecosistémicos identificados por las comunidades.....127

Tabla 2.7. Problemáticas priorizadas socioambietales en el área de interés. 128

Tabla 2.8: Problemáticas socioambientales en el área de interés. 128

Tabla 2.9. Preguntas para analizar la relación de los servicios ambientales y la importancia de las especies vegetales. 129

Tabla 2.10. El Agua como servicio Ecosistémico y la visión comunitaria 130

Tabla 2.11. Análisis de transformaciones 133

Tabla 2.12. Los servicios ambientales clasificados según la visión comunitaria.....134

Tabla 2.13. Criterios para la selección de prácticas de manejo ambiental en el territorio. ...140

Tabla 2.14. Prácticas de manejo ambiental en el territorio 141

Tabla 2.15. Rangos de calificación de las prácticas.....141

Tabla 2.16. Resultados de la selección de prácticas de manejo ambiental 142

Tabla 2.17. Prácticas de manejo ambiental y criterios de selección de práctica.....143

Tabla 2.18. Medidas de adaptación. 149

Tabla 2.19. Matriz de analisis estructural 150

Tabla 2.20. Suma de columnas y filas de la Matriz de análisis estructural.....150

Tabla 3.1. Indicadores seleccionados.....170

Tabla 3.2. Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que las zonas de protección se mantengan. 174

Tabla 3.3. Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que se eviten problemas de contaminación. 176

Tabla 3.4. Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por lluvias. 179

Tabla 3.5. Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por sequias. 182

Tabla 3.6. Identificación de los beneficios, barreras y estrategias más importantes de las prácticas de adaptación. 189

Tabla 3.7. Bioindicadores identificados por custodios de semillas de los resguardos indígenas y organizaciones campesinas de la cuenca alta del río Cauca.....204

Tabla 3.8. Bioindicadores priorizados de la cuenca alta del río Cauca. 206

Tabla 3.9. Resultados del balance hídrico, subcuenca río Piedras 2015 214

Tabla 3.10. Resultados totales del balance hídrico, subcuenca río Piedras 2015 214

Tabla 3.11. Acciones frente al fenómeno El Niño.....234

Tabla 3.12. Coberturas de la tierra 2040 en un escenario con prácticas de manejo (CP) y sin prácticas de manejo (SP). 236

Tabla 3.13. Proyección de la población urbana 2040. 240

Tabla 3.14. Proyección de la población rural 2040. 241

Tabla 3.15. Producción total mensual de la planta El Tablazo 2016. 242

Tabla 3.16. Cultivos y sus áreas de influencia. 245

Tabla 3.17. Evapotranspiración y precipitación en la cuenca. 246

Tabla 4.1. El Sistema de Alertas Tempranas como Herramienta para la Gestion del Riesgo para la Adaptación.....264

Tabla 4.2. Variables de un fondo de agua. 269

Tabla 4.3. Componentes de análisis para la formulación de la propuesta. 271

Capítulo 1.

Presentación y planteamiento de la investigación

1.1 Ficha de Presentación

PROGRAMA DOCTORAL
Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad del Cauca.
Doctorado interinstitucional por convenio de cooperación entre la Universidad del Cauca, Universidad del Valle y Universidad Tecnológica de Pereira.

NOMBRE DE LA TESIS
MANEJO ADAPTATIVO DEL TERRITORIO EN UNA CUENCA ALTOANDINA DESDE LA DIVERSIDAD CULTURAL Y ECOSISTÉMICA

PROPONENTE
Liliana Recaman Mejia
Grupo de investigación en Estudios Ambientales de la Universidad del Cauca.

DIRECTOR DE TESIS
Hugo Portela Guarín. Antropólogo, Ph.D.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Gestión Ambiental y Territorio

LUGAR DE EJECUCIÓN
Subcuenca río Las Piedras, municipio de Popayán, departamento del Cauca, Colombia.

DESCRIPTORES/PALABRAS CLAVE
Socioecosistema, Gobernanza, Servicios Ecosistémicos, Servicios Ambientales, Manejo Adaptativo del Territorio.

1.2 Problemática de la investigación

"A veces es mejor no atar los cabos de la realidad,
sino soltar los cabos de la imaginación"
Rodrigo Argüello

Actualmente uno de los instrumentos definidos por la política nacional en ordenamiento de cuencas se realiza a través del decreto 1640 de 2012, modificando el decreto 1729 de 2002, donde se incluyen cambios especialmente por el componente de gestión del riesgo de desastres, el cual no fue incluido de manera clara en el anterior decreto, generando limitaciones en el análisis de los componentes de diagnóstico, prospectiva y formulación; así mismo en la normatividad frente a ordenamiento territorial y su reglamentación. Si bien la normatividad ofrece instrumentos y lineamientos para el manejo y ordenamiento, aún persisten vacíos generando una gestión desarticulada, deficiente en muchas ocasiones de herramientas financieras y técnicas para poner en marcha los programas estructurales y los proyectos prioritarios para las regiones. A esto se suma que en muchas oportunidades la realidad de cómo los grupos comunitarios ven, comprenden y manejan el territorio para aplicar un ordenamiento, son muy diferentes y alejados de un enfoque adaptativo. En el contexto en el que se desarrolla la interacción del capital natural y la sociedad, muchas veces no se articulan los principios, conceptos e indicadores que dinamizan los procesos de intervención, apropiación y manejo con adaptación a los medios de vida de los actores sociales. Es decir, se deja de lado la realidad para tratar de ordenar bajo el reduccionismo de la ciencia, de la norma o de la institucionalidad, generalmente integrando muy poco la interculturalidad a las discusiones interdisciplinarias que se presentan en la construcción de los instrumentos de la política nacional en ordenamiento del territorio.

En estos procesos la construcción de una cogestión adaptativa es deficiente, impactando aún más la acción humana sobre el capital natural, el cual se puede definir como aquellos ecosistemas con integridad y resiliencia ecológica y, por tanto, con capacidad de ejercer funciones y suministrar servicios que contribuyen al

bienestar humano (Martín-López *et al.*, 2009). Cuando las perturbaciones antrópicas generan transformaciones, y su resiliencia ecológica es menor se disminuye la posibilidad de tener reacciones de ajuste y de adaptación.

Lo anterior tiene un mayor impacto cuando el relacionamiento de los actores sociales comunitarios con los entes territoriales y entre ellos, es limitado, sin poder desarrollar con total autonomía su percepción o cosmovisión, medios de vida. Estas situaciones conllevan a mayores conflictos por uso del suelo, y una mayor intervención de los ecosistemas estratégicos de regulación hídrica, afectando en sí el socioecosistema y sus servicios, representados en la oferta ambiental para proveer los sectores agrario, empresarial, ambiental (abastecimiento y sostenibilidad ecológica), los cuales se agudizan ante fenómenos de variabilidad climática a corto plazo y en el tiempo al cambio climático, generando una baja capacidad de adaptación.

De acuerdo al análisis del Informe Stern (Stern, 2007), la adaptación es la única respuesta para poder sobrellevar las consecuencias del cambio climático antes de que comiencen a apreciarse los beneficios de las medidas de mitigación, por lo que debe ser tomada en cuenta en toda política de cambio climático. Así, los gobiernos deberán proporcionar un marco de política que dirija una adaptación eficaz por parte de los individuos y compañías. Cuatro son los sectores clave que propone dicho informe:

- Información climática de alta calidad y métodos de gestión de riesgo.
- Planificación del uso de las tierras y estimulación de la inversión en infraestructuras que contemplen la variable climática.
- Introducción de una política que contemple bienes públicos sensibles al clima, la protección de los recursos naturales, de las costas, etc.
- Red de seguridad financiera para el sector social más pobre y más vulnerable al cambio climático.

En las cuencas altoandinas cabe resaltar lo que analiza Hole *et al.* (2012) en relación a estas regiones de espectacular heterogeneidad ambiental, en las que influyen fuertes gradientes de altitud y humedad, la composición de origen geológico, geomorfológico, diferentes tipos de suelos, junto con el amplio rango de variabilidad histórica de los climas andinos que han ayudado a conformar una gran diversidad

biológica. Estos procesos también han moldeado el contexto humano y han brindado los recursos naturales que ahora sustentan el bienestar de millones de personas, incluyendo tierras para agricultura y ganadería, agua para uso doméstico, el riego y las industrias, y espacio para los asentamientos. Estos ecosistemas son uno de los lugares claves a nivel mundial para el desarrollo de sociedades humanas primitivas, desde asentamientos organizados hasta la agricultura de regadío y la domesticación de especies de plantas y animales, donde los bosques nativos han sido reemplazados por la agricultura y por plantaciones de árboles no nativos. En este mismo contexto, las coberturas de protección han sido disminuidas para la ganadería extensiva, presionando cada vez más los ecosistemas de regulación hídrica.

De acuerdo al conflicto de uso del suelo que históricamente se ha presentado en las cuencas altoandinas, estas regiones se han transformado haciendo visible la necesidad de conservar y proteger la biodiversidad, según las particularidades de cada región, en las que la intervención social ha estado ligada a diferentes factores socioculturales y de desarrollo que han transformado el territorio, generando una mayor complejidad en los planes de conservación.

Este contexto lleva a comprender la manera en que, actualmente, se ve la necesidad de buscar herramientas que permitan la conservación de la biodiversidad en la región de los Andes tropicales. Para Hole *et al.* (2012), alrededor del 15% del territorio de las cuatro naciones andinas tienen el estatus de área protegida nacional; es así como alrededor del 70-80% de las especies probablemente están representadas dentro de éstas áreas (excluyendo las áreas protegidas a nivel municipal, departamental, áreas de conservación indígena y comunitarias, y tierras indígenas comunales). En estas iniciativas, los sistemas nacionales de áreas protegidas buscan integrar adicionalmente aquellas con manejo a nivel local y regional, así como los corredores de conservación nacionales, regionales y corredores altitudinales en las laderas orientales de Colombia.

De acuerdo al fenómeno de variabilidad y cambio climático, componentes nuevos en los procesos de planificación, se requiere el desarrollo de investigaciones que permitan conocer futuros cambios potenciales que puedan afectar la provisión de servicios ecosistémicos, la identificación de posibles vulnerabilidades y las

respuestas de adaptación como oportunidades potenciales para enfrentar los impactos del cambio climático.

Otro aspecto relevante es cómo, a pesar de la magnitud de la incertidumbre en las proyecciones del cambio climático y en las respuestas de las especies, ecosistemas y seres humanos, la planificación de la conservación debe establecerse en el contexto de una serie de potenciales escenarios futuros, lo que se traduce finalmente en la necesidad de implementar enfoques con un manejo adaptativo; sin embargo, el alto grado de variabilidad histórica y actual del clima andino, representa un desafío sustancial para la identificación de escenarios futuros en relación a los impactos de cambio climático. Las variaciones en temperatura y cambios en precipitación, se hacen más evidentes por los fenómenos de variabilidad climática, entre ellos los fenómenos ENOS – Fenómeno Niña o Niño, los cuales se están presentando con mayor frecuencia e intensidad, generando continuas perturbaciones que conllevan al trabajo constante de buscar alternativas para mejorar las respuestas de adaptación.

El Ideam reporta como los fenómenos de variabilidad climatica que influyen en nuestro territorio han impactado al país no solo a nivel de eventos catastróficos sino tambien económicamente. Es asi como el fenómeno de la Niña durante el periodo 2010 – 2011 impactó los sectores de infraestructura vial y vivienda concentraron el 76% de los daños, representados en: 2,2% del PIB durante el 2011

Entre los impactos que se relacionan con el incremento de estos fenómenos de variabilidad climática está el acceso al agua, que se evidencia a nivel de la reducción de la cantidad disponible para el abastecimiento humano y las actividades productivas, así como la afectación de los ciclos naturales de muchas especies. La salud se ve afectada por el incremento de enfermedades como el dengue, el chikunguya y el zika, entre otros, trasmitidas por vectores (Martens, 1998; Patz *et al.*, 2002), dado que la ampliación de la distribución geográfica de las enfermedades se encuentra ligada a la estacionalidad de condiciones climáticas (Poveda *et al.*, 2001; Ruiz *et al.*, 2006); así mismo, los incrementos de temperatura proyectados bajo el cambio climático, pueden empujar estas enfermedades a territorios anteriormente exentos de ellos. Las comunidades pueden optar por buscar otras áreas libres, aumentando la presión sobre los hábitats naturales de las cuencas altoandinas.

Adicionalmente, la producción de biocombustibles con base en cultivos alimentarios, está conduciendo a que ecosistemas de conservación sean degradados para suplir la demanda de combustibles, afectando la estabilidad de muchos de ellos; así mismo, estos procesos mal planificados pueden tener posibles impactos negativos en la seguridad alimentaria y en los pequeños agricultores, ya que desplazan sus sistemas productivos tradicionales. A nivel de la generación de energía hidroeléctrica, también se ve una afectación por los cambios en el clima y en los caudales de los ríos, afectando niveles de embalses e induciendo a la implementación de plantas generadoras termoeléctricas, que emiten gases de efecto invernadero (Vergara *et al.*, 2007).

Vale la pena destacar como a nivel de las diferentes cuencas del país, según el estudio realizado por WWF (2017) se registran datos de afectaciones como: La superficie de bosque disminuyó 5,15 millones de hectáreas entre 1990-2015. La conversión de distintos tipos de bosque a pasturas entre 2005 – 2010 llegó al 55,7 %. El 40% de la superficie del país tiene erosión, el sector agrícola proyecta un crecimiento del 137%, lo que puede seguir presionando ecosistemas de conservación por la ampliación de la frontera agrícola. Un reflejo de las diferentes perturbaciones de muchos de estos ecosistemas altoandinos se refleja en los datos registrados en los 17 picos nevados en el siglo XIX, 8 sufrieron deshielo en el siglo pasado, así mismo el 24 % de ambientes lóticos, lénticos y humedales temporales, evidencian algún grado de transformación por acciones humanas

Los sectores que ejercen mayor presión sobre los sistemas hídricos son el agrícola, energía, pecuario, domestico, industrial, acuícola, minero. La cuenca Magdalena-Cauca representa el 13.5% de la oferta hídrica del país y concentra el 70.7% de las cuencas abastecedoras, lo que lleva a pensar la necesidad de poner en marcha procesos de gestión con herramientas tanto técnicas como financieras que permitan desarrollar alternativas para recuperar zonas afectadas por la alta intervención humana.

Construir un enfoque integrador del manejo adaptativo del territorio, invita a una reflexión de cómo abordar el planteamiento del problema y responder la pregunta de investigación ¿Cómo debe ser un manejo adaptativo del territorio tomando en consideración la diversidad cultural y ecosistémica en una cuenca altoandina? Lo

anterior supone nuevos retos en la integralidad de los subsistemas interrelacionados con el dinamismo del aprendizaje social, del intercambio cultural y de la innovación en la gobernanza para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales en condiciones de cambio, de incertidumbre, de flexibilidad, de complejidad y nuevos paradigmas; dicho enfoque permitirá entonces poner en marcha procesos de adaptación, frente a las dinámicas de cambio del territorio.

La descripción de la problemática de la tesis doctoral se presenta en la figura 1.1; en ella se analiza la manera como el ordenamiento del territorio a nivel de cuencas, ha estado regido por leyes y decretos como la Ley 388 de 1997 para el ordenamiento territorial y los decretos 1729 de 2001 y el modificatorio 1640 de 2012. Estas políticas han sido difíciles de implementar cuanto menor es la discusión intercultural e interdisciplinar, indicada con un signo negativo (-), que genera mayor (+) perturbación y transformación, disminuyendo (-) la resiliencia socioecosistémica y por lo tanto afectando de forma negativa al socioecosistema, que a su vez depende de la estructura y funcionamiento ambiental. De esta manera, serán menores (-) las respuestas de los servicios ecosistémicos, ambientales y también de la capacidad de adaptación; a esto se suman otros factores externos generadores de cambio y variabilidad climática.

Lo anterior propicia que los instrumentos definidos para la política del ordenamiento de cuencas, tengan un menor impacto sobre los procesos de planificación y gestión, que reducen la capacidad de adaptación (-) frente a la vulnerabilidad del territorio, generando impactos socioeconómicos sobre el bienestar humano, entre ellos la producción de alimentos, agua, energía y salud, entre otros.

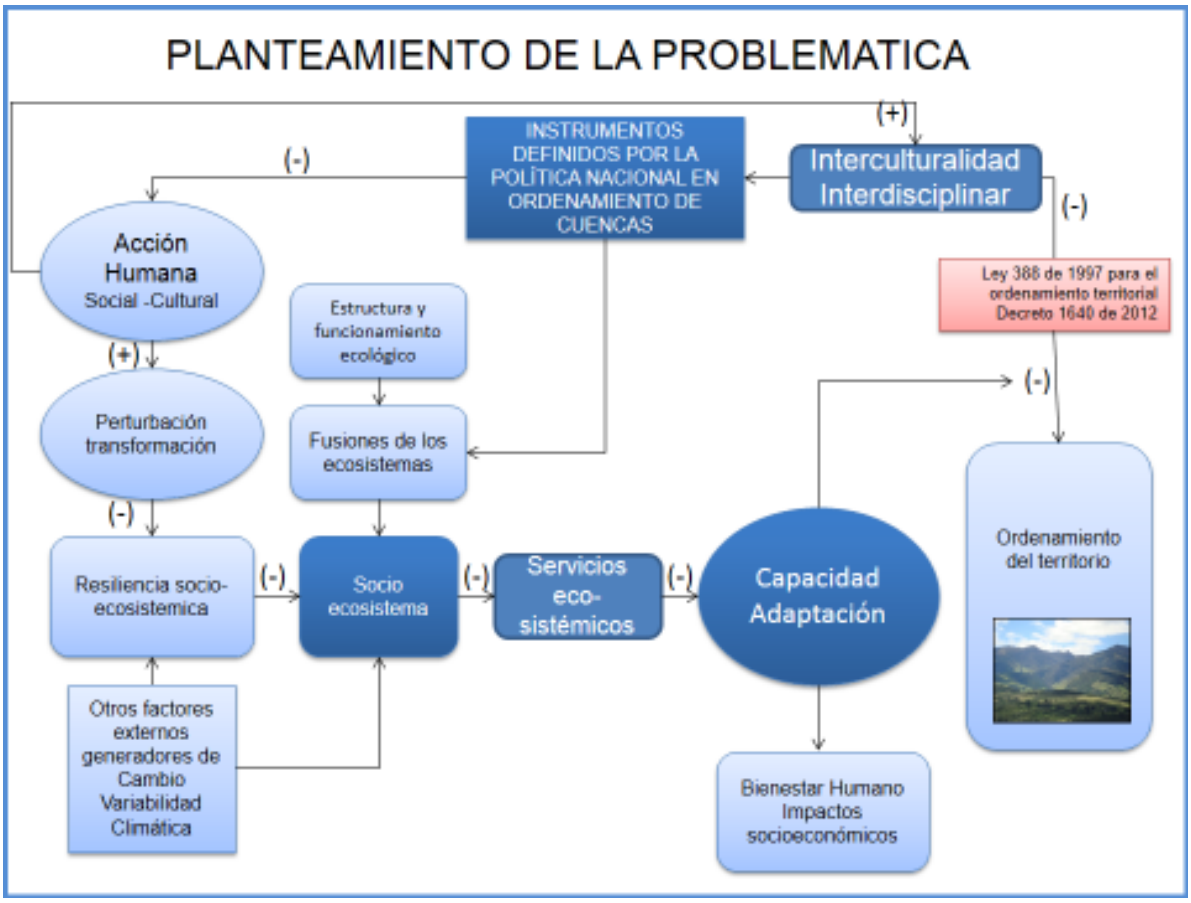


Figura 1.1. Planteamiento de la problemática (La dirección de las flechas indican relacionamiento entre procesos y los signos (+) y (–) impactos positivos y negativos, respectivamente). Fuente: Elaboración propia.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo general

Construir un enfoque integrador del manejo adaptativo del territorio considerando la diversidad cultural y ecosistémica de una cuenca altoandina.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las formas de manejo y gestión asociados a los procesos de ordenación del territorio y establecer las cosmovisiones que las sustentan.

- Determinar principios, conceptos e indicadores aplicados al manejo adaptativo en el territorio.

- Integrar los componentes socioecosistémicos que intervienen en el ordenamiento del territorio, considerando la discusión interdisciplinar para la integración de un enfoque que permita el manejo adaptativo.

1.3 Estructura del Documento

El documento consta de cuatro capítulos. El primero corresponde a la presentación general de la investigación y los fundamentos teóricos y metodológicos. Los tres siguientes soportan las respuestas a la pregunta de investigación presentada y cada uno responde al desarrollo de uno de los objetivos específicos. Cada capítulo contiene una contextualización general y los resultados del estudio con su respectiva discusión.

En el ccapítulo 1 “Presentación y planteamiento de la investigación”, están la presentación del contexto y la pregunta de investigación, los objetivos propuestos, los enfoques teóricos donde se analiza la importancia que cobran las ciencias ambientales y su relación en las dinámicas sociales en relación con el socioecosistema de las cuencas altoandinas, su complejidad y la importancia de construir un enfoque integrador que mejore las respuestas de manejo y gestión a partir de la adaptación. Posteriormente, el marco metodológico muestra la forma como se aborda cada uno de los objetivos, de acuerdo a cuatro pasos definidos para la construcción del enfoque.

En el capítulo 2 se desarrolla el objetivo 1, sobre las formas de manejo y gestión asociados a los procesos de ordenación del territorio y las cosmovisiones que las sustentan. Se hace una introducción general y se desarrollan los pasos 1 y 2 de la construcción del enfoque integrador, en relación a la caracterización del socioecosistema, considerando los diferentes subsistemas de la zona de estudio y la identificación y selección de prácticas de manejo ambiental para la adaptación a través de procesos participativos, que permitieron intercambios culturales entre sabedores de las comunidades.

En el capítulo 3 “Principios, conceptos e indicadores aplicados al manejo adaptativo en el territorio”, se desarrolla el objetivo 2 correspondiente al paso 3 de la construcción del enfoque. Se realiza una introducción de cómo se aborda y posteriormente se seleccionan los conceptos que serán relevantes para la construcción del enfoque, los cuales han tenido su análisis previamente en el marco teórico (capítulo 2) y se relacionan con los principios determinantes. Así mismo, se presentan los indicadores de análisis y su relación con los indicadores locales de capacitación y generación de conocimiento, y aquellos seleccionados para evaluar la disponibilidad de los servicios ambientales.

En el capítulo 4 “Integración de los componentes socioecosistémicos que intervienen en el ordenamiento del territorio, considerando la discusión interdisciplinar para la integración de un enfoque que permita el manejo adaptativo”, se desarrolla el objetivo 3 correspondiente al paso 4 de la construcción del enfoque. Se realiza una introducción del capítulo, se presentan los componentes del socioecosistema y su integración, para el desarrollo del enfoque del manejo adaptativo del territorio, considerando la diversidad cultural y ecosistémica en una cuenca altoandina.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 El rol de las Ciencias Ambientales en la construcción de un enfoque del manejo adaptativo de una cuenca altoandina

Las Ciencias Ambientales invitan a la participación de diferentes áreas del conocimiento, para que a partir de una construcción interdisciplinaria, se lean los problemas ambientales desde la relación naturaleza – sociedad- cultura (Armesto *et al.,* 2000; Hajek, 1991), por lo cual se constituyen en el pilar de la construcción del enfoque sobre el manejo adaptativo del territorio. En este proceso se presenta la integralidad del socioecosistema, definido en este caso como una cuenca altoandina, desde la exploración de sus subsistemas, las formas, manejos y gestión que se asocian a los procesos de ordenación del territorio, y su influencia en la toma de decisiones de sus actores sociales e institucionales, estableciendo sus diferentes visiones.

Es importante para el desarrollo de la investigación realizar un análisis conceptual de los aportes desde las Ciencias Ambientales, la relación con la teoría de sistemas en ambientes complejos, la influencia de la diversidad sociocultural en las transformaciones, respuestas de cambio y adaptación entendida como el proceso de ajuste al clima actual o esperado y a sus efectos, analizando cómo a través de la intervención humana y la gobernanza, se pueden realizar acciones que contrarresten los fenómenos de variabilidad y cambio climático, propiciando que las organizaciones y los gobiernos locales, tomen medidas de adaptación que permitan reducir la vulnerabilidad a los daños que los fenómenos climáticos puedan causar al socioecosistema.

Noguera (2000), presenta argumentos de orden epistemológico, acerca de la existencia de investigaciones dentro del amplio y complejo campo de los estudios ambientales, que han permitido la emergencia de una serie de ciencias que se integran en las Ciencias Ambientales. Este campo surge de la necesidad cada vez mayor de enfrentarse a propuestas de integrar enfoques, de definir el “objeto” de

estudio de lo ambiental en su complejidad, que implica una permanente transformación y autoorganización (Capra, 1998), en el contexto de productores y producto (Varela & Maturana, 1972), actores y escenarios (Noguera, 2000), trama de la vida. Abordar las Ciencias Ambientales implica entonces integralidad e interrelación, entender cómo se relaciona con la teoría general de sistemas y la teoría en sistemas complejos, y el papel de transformación y adaptación que demanda la sociedad.

Lo anterior se complementa con lo que Cubillos (2007), analiza en la epistemología de las Ciencias Ambientales, sobre la "Problemática Ambiental", al considerar que trasciende los fenómenos inmediatos y los problemas puntuales; los impactos naturales tendrían que ser comprendidos como ventanas de acceso a una realidad que no se agota en caracterizaciones o diagnósticos. Esto significa que sin tener claro que está pasando en determinado socioecosistema, difícilmente se podrán proponer procesos de ordenamiento, razón por la cual se debe tener claridad sobre la dimensión sociocultural en cuanto a los procesos históricos, políticos, culturales y económicos de la región, y su relación con la problemática ambiental; por ejemplo, conocer qué genera conflicto, los efectos que tienen estos sobre el ambiente natural y social, las lecciones aprendidas que se han generado en buenas prácticas de manejo y gestión, y cuáles por el contrario han sido adversas, cuáles se pueden adoptar y cómo podrán contribuir al manejo adaptativo del territorio.

La interdisciplina en las Ciencias Ambientales se convierte en un proceso en el cual los fundamentos y marcos de las disciplinas, junto a las prácticas culturales de los diferentes grupos sociales y sus intereses políticos, convalidan no sólo sus métodos, sino, además, sus valores e intereses en la práctica social. El ejercicio interdisciplinario emerge a través del mismo proceso de investigación y sus desarrollos teóricos ameritan la comprensión y actuación frente a las problemáticas ambientales concretas (Cubillos, 2007). Adicionalmente, el conocimiento científico, en relación al de las comunidades, permite que los resultados de este diálogo de saberes valide las prácticas efectivas para el manejo adaptativo del territorio.

La discusión interdisciplinar permite analizar las problemáticas ambientales, dando paso a la reciprocidad en el conocimiento endógeno de los actores sociales comunitarios, que aportan el diálogo de saberes para el intercambio con el

conocimiento científico, estableciendo y reconociendo las relaciones de la sociedad con el territorio. Lo trascendental de estas relaciones entre naturaleza y sociedad, es que permiten un mayor entendimiento entre la ciencia y la cultura, acercándose a las formas de adaptación ante las transformaciones que se generan en el sistema.

La nueva racionalidad ambiental de la que habla Leff (2004), exige un análisis integral de una realidad que no puede ser sólo juzgada desde la historia del pensamiento filosófico, ni desde los intereses o enfoques particulares de cada disciplina. Una articulación de disciplinas de la que surjan mutuos niveles de correspondencia, comunicación, complementariedad y enriquecimiento, permiten la identificación de un espacio común donde se expresan las problemáticas ambientales.

Es necesario integrar a este marco teórico los planteamientos de García (2000), que son analizados por Recaman (2014), donde se destaca la forma como el primero expone la epistemología constructivista o constructivismo, basado en la génesis del conocimiento planteada por la Epistemología Genética de Piaget, quien muestra la importancia de la filosofía y reconoce "que ha sido matriz de la ciencia y lo continúa siendo y de nuevas perspectivas que no podemos aún entrever, pero sólo lo será en la medida en que no se encierre en sistemas y no crea que genera el conocimiento". Para él es importante una actividad que se ocupa de problemas "mucho más amplio que el conocimiento y que concierne el sentido de la vida, la posición del hombre frente al universo o la sociedad", los cuales "rebasan no sólo la ciencia sino el conocimiento en general, ya que no se trata sólo de conocer, se trata de decisiones, de obligaciones, de tomar partido", que lleva a una "mezcla de información, de síntesis de todo lo que uno puede conocer" (García, 2000). Tiene como referente no al individuo aislado, sino a la sociedad en la cual está inserto (Recaman, 2014).

El abordar las ciencias ambientales implica a su vez profundizar en la dinámica sociocultural y en la construcción del conocimiento. Se analizan en esta investigación los planteamientos de Maass *et al*. (2012) respecto a la construcción del conocimiento a partir de dos preguntas: ¿qué? y ¿cómo conocemos?. Se aborda así el componente conceptual que conduce a plantear otro interrogante: ¿desde dónde conocemos?, para finalmente referirse a la estrategia operativa para realizar el trabajo empírico. Resulta fundamental explicar cómo funcionan los procesos

cognoscitivos y cómo se inserta a la investigación propuesta. García (2000) plantea identificar tres categorías: “Los instrumentos comunes de adquisición de conocimiento, los procesos que resultan de su aplicación y los mecanismos generales que sintetizan estos últimos y les imprimen una dirección general”.

El conocimiento compartido entre el saber de las comunidades y el mundo científico, se entrelaza para tener como resultado un conocimiento compartido y construido desde las realidades propias de un socioecosistema. Ulloa (2004) analiza la manera como incide la dimensión sociocultural en lo político, entre el poder, lo global y lo local, cómo trasciende en los cambios organizativos y su influencia sobre los cambios en las concepciones y en las implicaciones políticas, por lo que es necesario explorar la forma en que las prácticas locales relacionadas con el medio ambiente y la naturaleza están siendo resignificadas y/ transformadas (Tsing, 2001; Ulloa, 2004).

En este sentido, se desarrolla un instrumento común para poder reunir la información de la cuenca a partir de su lectura como socioecosistema, con el fin de ir registrando los estados de avance y las inferencias surgidas de los procesos cognoscitivos de los actores sociales de acuerdo a su dimensión sociocultural, integrando los hitos históricos que generaron cambios, su influencia en las decisiones políticas, culturales y económicas, y su relación con la problemática ambiental, como lo plantea Cubillos (2007). En este proceso constructivo se han desarrollado diferentes escenarios discutidos con las comunidades a través de reuniones, talleres, giras de intercambio que refuerzan los conocimientos teóricos; se ha estimulado el diálogo de saberes e intercambio de posiciones, donde se enriquecen dos aspectos para el manejo del territorio: la apropiación del conocimiento y la gobernanza.

El manejo y gestión del territorio abordado desde las ciencias ambientales y de la teoría de ambientes complejos, genera una discusión conceptual entre diferentes ciencias; Nates (2011) en su documento “Soportes teóricos y etnográficos sobre conceptos de territorio”, relaciona la manera en que el territorio es precisamente objeto de estudio de distintas disciplinas, como la ecología, la geografía social y la antropología[1]. Esta relación conceptual entre las ciencias permite un análisis

[1]El territorio de acuerdo a la Ecología hace énfasis en un área defendida por organismos similares entre sí, con el propósito de aparearse, anidar, descansar y alimentarse. La geografía social lo analiza como un escenario de poder, de gestión y de dominio del Estado, de individuos, de grupos y organizaciones y de empresas, con límites

intercultural e interdisciplinar, siendo la dimensión sociocultural el fundamento para conocer cómo los actores comunitarios e institucionales que habitan un territorio, develan su origen cultural, la organización social a la que pertenecen, sus concepciones, percepciones y usos del sustrato espacial en términos de él. Dicho análisis permite conocer conflictos, los puntos de encuentro y concertación, y en esas dinámicas construir estrategias de ordenamiento más acordes con las realidades y particularidades de cada región, en este caso las de una cuenca altoandina y su influencia intercultural[2], que enmarca la complejidad, sus dinámicas y transformaciones.

Se suma a este análisis la importancia de la ecología política y su influencia en el territorio, según Calderón-Contreras (2013), por su abordaje para el análisis como herramienta teórica analítica de los problemas socioterritoriales entre ser humano y ambiente, lo que permite entender los procesos ambientales actuales y sus causalidades, ya que más que buscar los síntomas de los problemas es necesario identificar y entender sus causas.

Los principios fundamentales que aporta son: que la naturaleza es un concepto socialmente construido donde la conservación y el manejo de los recursos naturales involucra una multiplicidad de autores con sus propias percepciones y perspectivas; que los problemas ambientales vinculados a comunidades locales no son exclusivamente un reflejo de las fallas en la implementación de políticas públicas, sino una manifestación de la influencia de fuerzas económicas y políticas externas, y, que hay una necesidad urgente por cambiar radicalmente la forma en la que se concibe la economía política local y global, como una manera para contribuir al mejor entendimiento de los problemas ambientales.

Sin duda las Ciencias Ambientales proporcionan los elementos de análisis, integralidad y fundamentación para las decisiones que permitan impactar de manera

---

de soberanía, propiedad, apropiación, vigilancia y jurisdicción. La antropología lo aborda como una construcción cultural donde tienen lugar las prácticas sociales (Nates, 2011).

[2]"Es un proceso de interrelación que parte de la reflexión del conocimiento de la diversidad y del respecto a las diferencias. Son relaciones complejas, negociaciones e intercambios culturales, que buscan desarrollar una interacción social equitativa entre las personas, conocimientos y prácticas diferentes"(Lozano, 2005).

positiva un socioecosistema, que por su dinamismo de cambio y transformación deba adaptarse.

Para el proceso de investigación se relacionan las Ciencias Ambientales con el conocimiento endógeno de las comunidades, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales, resaltando las relaciones y las discusiones interdisciplinares que se generan para abordar el conocimiento, su comunicación y el aprendizaje que permita desarrollar todo el proceso entorno a la construcción del enfoque. A través de la figura 1.2 se puede analizar la interrelacion de cada uno de estos componentes.

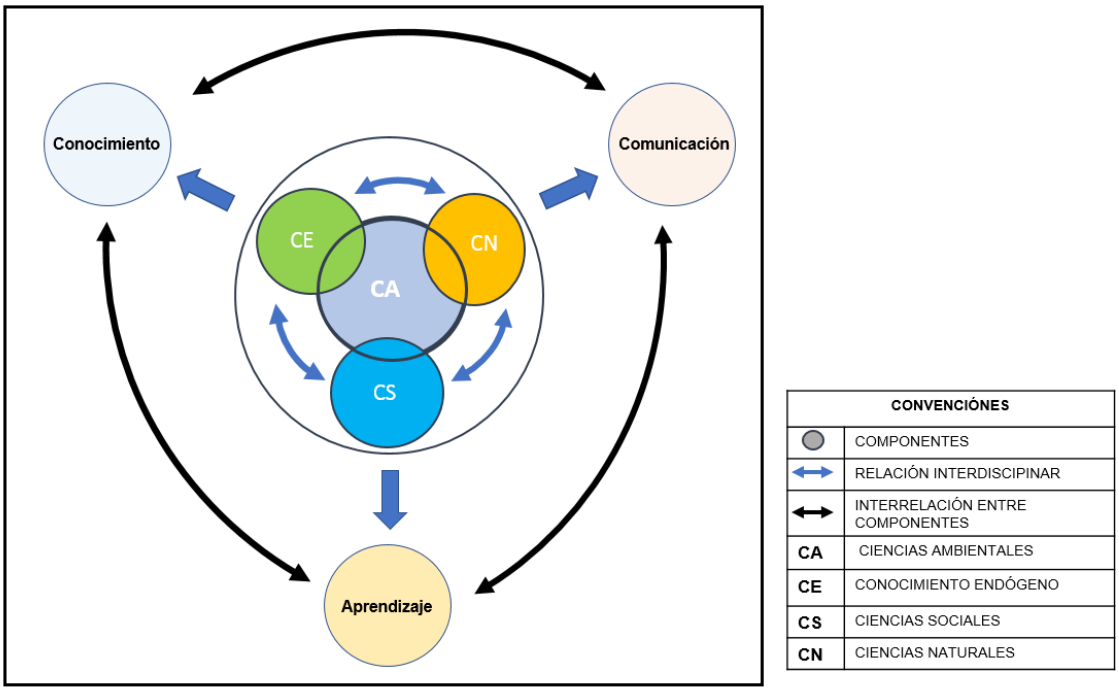


Figura 1.2. El rol de las ciencias ambientales.

1.4.2 Las cuencas altoandinas como ambientes complejos desde los socioecosistemas

Un sistema consta de componentes regularmente interactuantes e interdependientes que forman un todo unificado, con niveles de organización que definen un orden jerárquico de sus niveles bióticos; la interacción con el medio físico (energía y

materia) en cada nivel, produce sistemas funcionales característicos (Odum, 1987). Esta jerarquía organizada en niveles puede llegar a ser más compleja que el sistema anterior y puede generar en cada nivel nuevas propiedades emergentes. De igual forma, una cuenca es un sistema que está en relación a su estructura y función; en ella interactúan componentes biofísicos, sociales, económicos y culturales. Se constituye en el eje articulador del ordenamiento ambiental, de su gestión integral, en la interacción sistémica (GWP, 2009).

Las cuencas altoandinas funcionan como sistemas adaptativos complejos, término propuesto por Buckey (Maass *et al.,* 2012) que se refiere a los comportamientos de adaptabilidad de las especies animales, de los hombres-sicológicos y de los complejos socioculturales. Son sistemas abiertos con flujos de doble sentido entre la energía del entorno y el sistema. Es preciso analizar la complejidad que esto representa, dadas las dinámicas de cambio particulares de las cuencas altoandinas, de sus actores sociales comunitarios e institucionales frente a los procesos de aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, la gestión de los servicios ambientales y su cosmovisión del territorio para la planificación, manejo y gestión. Lo anterior se complementa con el análisis de la estructura del sistema y de las relaciones múltiples entre los factores naturales y humanos, en un espacio que históricamente está delimitado por el poblamiento y su utilización social, marcando la complejidad (Arias & Duque, 1992).

La cuenca es un espacio natural (un conjunto de sistemas entrelazados) idóneo para llevar a cabo la labor conjunta de la planeación de los recursos naturales (Dourojeanni, 1993, 1994; Vásquez, 1997). Así, es claro y coincidente para varios autores (Arias & Duque, 1992; CVC, 1995; Dourojeanni, 1993, 1994; Dourojeanni & Jouravlev, 2002; Jouravlev, 2001; OEA, 1978; Varela, 1992), que es precisamente en este aspecto cuando se puede hablar de la complejidad, ya que profundizar sobre las particularidades y su interrelación entre los subsistemas biofísicos y socioculturales, dependerá finalmente de la respuesta para lograr integralidad, impactar su sistema o adaptarse a él.

Vale la pena entonces analizar la forma en que el concepto de integralidad permite profundizar en la interrelación compleja de los ecosistemas de cuencas, con su dinámica y respuesta para generar nuevas propiedades emergentes. Lo anterior

hace referencia a la capacidad de mantener un sistema biofísico equilibrado e integrado, con una composición de especies y organización comparable a los ecosistemas naturales de una determinada región ecológica (Karr *et al.*, 1986; Karr, 1991; Karr & Dudley, 1981); sin embargo, por sus intervenciones de aprovechamiento se pueden generar variaciones constantes, afectando la propiedad de integralidad y alterando su capacidad de carga. A lo anterior se suman las transformaciones en las relaciones ecológicas del sistema, dadas sus relaciones complejas internas y externas, y las propiedades nuevas que emergen porque los componentes interactúan y se han integrado para producir propiedades nuevas y especiales (Odum, 1987).

En este sentido, Figueroa & Valencia (2009) consideran que las propiedades emergentes de los ecosistemas son aplicables en cuanto a sus respuestas al cambio y transformación, para las cuencas altoandinas y al concepto de sistemas adaptativos complejos. En este punto se denota que los ecosistemas albergan y sustentan las poblaciones y comunidades que en él existen, siendo su productividad primaria neta el fundamento que define su capacidad para albergarlas y permitir su supervivencia, generando una nueva propiedad emergente. Dado lo anterior, para el caso de una cuenca, se puede considerar que los procesos que en ella se propician en el marco de un socioecosistema, pueden constituir propiedades emergentes y guardan una relación importante con los procesos de planificación y gestión. Es aquí donde se debe tener en cuenta la importancia de conocer el sistema para orientar las estrategias de ordenación que lo impactarán en menor grado y permitirán avanzar en los procesos de adaptación[3] ante los fenómenos de cambio climático y variabilidad climática, disminuyendo la vulnerabilidad[4].

Adicionalmente, los servicios ambientales forman parte de la complejidad del sistema y son consideradas igualmente como propiedades emergentes. A esto se suman los bienes intangibles, como la percepción individual o colectiva de su existencia, los

[3]Adaptación: es el proceso de ajuste al clima actual o esperado a sus efectos. En sistemas humanos se relaciona con el daño o aprovechamiento de oportunidades benéficas buscando reducir la vulnerabilidad. En sistemas naturales la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima esperado y a sus efectos (IPCC, 2014).
[4]La vulnerabilidad es la propensión o predisposición de un sistema a verse afectado negativamente. (IPCC, 2014)

cuales dependen del contexto sociocultural, de la cosmovisión del territorio y por consiguiente, de cómo se entiende y utiliza.

La capacidad de adaptación[5] se puede considerar también como otra propiedad emergente del sistema, la cual está caracterizada por relaciones no lineales, dinámicas que dan lugar a discontinuidades y sorpresas (Gunderson & Holling, 2002; Levin, 1999), a cambios tanto a nivel ambiental como social y a que los sistemas sociales y ecológicos se acoplen (Berkes & Folke, 1998; Folke *et al.*, 2003) y como tal formen parte de un sistema adaptativo complejo. Cabe resaltar que la capacidad de adaptación estará influenciada por las decisiones que los diferentes actores implementen a través de acciones denominadas medidas de adaptación[6].

De acuerdo a lo analizado por Hole *et al*. (2012), dadas las condiciones actuales de variabilidad y cambio climático, la magnitud de la incertidumbre en las proyecciones de éste y en las respuestas de las especies, ecosistemas y seres humanos, la planificación de la conservación debe establecerse en el contexto de una serie de escenarios futuros potenciales. Tal enfoque no es excusa para no actuar, sino una llamada al manejo adaptativo, entendido como un proceso iterativo de toma de decisiones óptimas frente a la incertidumbre, que intenta reducirla con el tiempo mediante el monitoreo a nivel de sistema. Este concepto permite integrar procesos de planificación y gestión, para buscar mejores respuestas al interior del sistema y de la complejidad que esto conlleva por las nuevas dinámicas de respuesta.

Berkes & Folke (1998) proponen un concepto holístico sistémico e integrador del “ser humano en la naturaleza” denominado como socioecosistema, donde los sistemas sociales y los ecosistemas están estrechamente vinculados y que, por tanto, la delimitación exclusiva de un ecosistema o de un sistema social resulta arbitraria y artificial (Anderies *et al*., 2004). Si tenemos en cuenta este enfoque, delimitar un sistema bajo el concepto de cuenca puede ser efectivamente arbitrario para algunos casos, como cuando se habla de corredores biológicos, territorios indígenas, división

[5]Capacidad de adaptación: Es la capacidad de sistemas, institucionales, humanos y otros organismos para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos), a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas o soportar las consecuencias negativas

[6]Las medidas de adaptación son el conjunto de actividades especialmente diseñadas para disminuir los impactos de la variabilidad climática a una variable, un componente o a todo el sistema.

territorial entre veredas, municipios o departamentos; por lo tanto, en el análisis de la dimensión sociocultural, debe considerarse para abordar el ordenamiento y evitar conflictos.

Construir un enfoque que permita integrar variables claves para el manejo adaptativo, considerando la complejidad de un socioecosistema, implica tener siempre claros los lineamientos en la toma de decisiones de manera estructurada; tal como lo analiza Allen *et al*. (2011), se debe considerar un objetivo claro, unido a una evaluación del problema e integrar la planificación, el análisis y la gestión, en un proceso transparente que proporcione una hoja de ruta enfocada a lograr los objetivos fundamentales, con participación y empoderamiento de los actores sociales comunitarios e institucionales, integrando la gobernanza y la cogestión adaptativa para una mejor respuesta del socioecosistema ante las transformaciones del territorio, que permitan afrontar un futuro incierto que exija desarrollar enfoques de gestión con el reconocimiento de cambios y sorpresas inevitables.

1.4.3 La relación entre el ordenamiento, el manejo del territorio y los socioecosistemas

Actualmente las dinámicas de cambio en los socioecosistemas y su interacción con los subsistemas sociocultural, biofísico y agrario, con influencia en los procesos de desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, tienen como resultado procesos de transformación que producen cambios y perturbaciones en el sistema. Es necesario entonces poner en marcha procesos de gestión considerando el capital natural[7], funciones de los ecosistemas[8], sus servicios[9], el bienestar humano y los impulsores de cambio, que faciliten la resiliencia socio ecológica[10] (Martín-López *et al.*, 2009). Lo

[7]Capital natural: Aquellos ecosistemas con integridad y resiliencia ecológica y, por tanto, con capacidad de ejercer funciones y suministrar servicios, que contribuyen al bienestar humano (Martín-López *et al.,* 2009).

[8]Funciones de los ecosistemas: Capacidad de las estructuras y procesos ecológicos para proveer servicios que generen bienestar humano (De Groot, 1992).

[9]Ecoservicios o Servicios de los ecosistemas: Beneficios que las personas obtienen de los Ecosistemas, que hacen la vida humana físicamente posible y digna de ser vivida (Diaz *et al.,* 2006).

[10] Resiliencia socio-ecológica, fomenta aquellos cuadros ecológicos que tienen mayor valor social en términos de la calidad del flujo de ecoservicios, así como aquellas situaciones sociales en las que

anterior se refleja en la adaptación de los socioecosistemas en las propuestas de ordenamiento del territorio.

Para avanzar en el ordenamiento, es necesario conocer a profundidad la dimensión sociocultural con su dinamismo del aprendizaje social, intercambio cultural y su influencia en la gobernanza y en la toma de decisiones, que contribuyen al manejo de los recursos naturales en condiciones de cambio, incertidumbre, flexibilidad, y complejidad.

Analizando algunos conceptos sobre territorio, autores como Nates (2011), Portela (2000) y Faust (2008), coinciden en que forma parte de las interpretaciones culturales de determinados actores sociales. Para García (1976), es "un camino que le conduce desde la objetividad casi fotográfica de un «paisaje humano», hasta las complicadas estructuras mentales y significativas que le sustentan y le hacen humano; pasa del mundo de las cosas al de los objetos y, rebelde al objetivo de las cámaras y a la cartografía, se recluye en el intrincado «mapa» del lenguaje y de los símbolos".

La propuesta de Nates (2011) de analizar el territorio de manera multidimensional y multiescalonado, participa de tres órdenes distintos: en primer lugar de la materialidad de la realidad concreta de "esta tierra", donde el concepto de territorio tiene su origen; en esta medida, conviene considerar en primer lugar la realidad geográfica como la manera en que se registra la acción humana y se transforma por sus efectos. En segundo lugar la psiquis individual; sobre este plano, el territorio se identifica en parte con una relación a priori, emocional y pre-social del hombre con la tierra. En tercer lugar, el territorio participa del orden de las representaciones colectivas, sociales y culturales (Nates, 2011). De otra parte Wilches-Chaux (2015) coincide en la descripción del territorio no como un mero espacio físico delimitado en un mapa por unas coordenadas, sino un organismo vivo surgido de la interacción permanente entre ecosistemas y comunidades, el cual posee sus propios sistemas de autorregulación u homeostasis, de los cuales depende su resiliencia.

---

existe diversidad y redundancia institucional para responder ante cualquier perturbación provocada por dicho proceso de cambio global.

De esa misma condición de organismo vivo, surge la necesidad de garantizar que el territorio se reconozca como un actor-activo en las decisiones que los humanos toman sobre el mismo y que sus intereses y derechos sean tenidos en cuenta en esas decisiones. Es fundamental en la propuesta de Wilches-Chaux (2015), la construcción que hace sobre la seguridad territorial, teniendo en cuenta la dinámica de las comunidades y de los ecosistemas, potencializando las condiciones que propician el pleno desarrollo de las posibilidades y capacidades humanas y que fortalecen la integridad y diversidad de los ecosistemas, evitando de esta manera que las dinámicas de los ecosistemas amenacen a las comunidades y viceversa. Es así que se acoge esta propuesta para el análisis integral del territorio y su interpretación, de acuerdo a las formas y manejo que sustentan las comunidades según su cosmovisión, ya que a través de este aspecto es que se desarrollarán dichas dinámicas y marcarán las relaciones que permitan fortalecer o debilitar el territorio en el contexto de un manejo adaptativo, que responda a sus condiciones de vulnerabilidad.

En tal sentido, las representaciones colectivas frente a la cosmovisión del territorio, tienen variadas interpretaciones o pueden ser entendidas y asimiladas de muchas formas. Por ejemplo, no es lo mismo el concepto de territorio para los grupos indígenas, que para una organización campesina, para el Estado y su plataforma institucional, e incluso para la ciencia.

El territorio se debe entender en su totalidad e integralidad, no se puede separar la gente de su entorno, de su biodiversidad; esta última se trata también del proyecto de vida de las comunidades (PNUD, 2010) y de su proceso histórico de aprendizaje y adaptación. Lo anterior permite enmarcar el enfoque de los socioecosistemas, en donde se entiende que los ecosistemas y la sociedad son retroalimentaciones recíprocas e interdependientes. Estas relaciones permiten que los conocimientos y saberes de las comunidades influyan en los procesos de planificación y gestión de los territorios.

El principio 22 de la Declaración de Río establece que “las poblaciones indígenas y sus comunidades, así como otras comunidades locales, desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y en el desarrollo debido a sus conocimientos y prácticas tradicionales”, reconociendo así que no hay biodiversidad

sin poblaciones locales. Esto equivale a decir que “la conservación no puede existir por fuera de un encuadre que incorpore las prácticas culturales” (PNUD, 2010).

Precisamente, en estos procesos de análisis se incorporan a la investigación las formas de manejo y gestión asociadas al ordenamiento del territorio, dando mayor importancia al diálogo de saberes que permite ahondar en las diversas formas de investigación comunitaria y de conocimiento, para integrarlo a la discusión intercultural e interdisciplinaria de la construcción del enfoque sobre manejo adaptativo. En muchas ocasiones, se pierde de vista la importancia que ello representa, tomando más importancia el valor económico que puede representar la explotación del territorio, sin medir escalas de afectación social, cultural y ambiental.

La transformación del ecosistema, teniendo en cuenta las dinámicas de las comunidades, incrementan los impactos; es ahí precisamente donde la resiliencia socioecosistémica permite acercarse a nuevas maneras de gestión, como lo es el manejo adaptativo. En tal sentido se tienen avances significativos desarrollados por el Programa de Investigación para Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria para América Latina CCAFS, a través de la construcción metodológica del concepto sobre territorios sostenibles adaptados al clima TESAC[11].

En este análisis es trascendente integrar los planteamientos de Cabrera (2011) a través de la teoría del Actor - Red que permite reflexionar acerca de las coincidencias sobre las teorías del concepto de territorio y el enfoque reticular-articulador del mismo, en las que se evidencian las relaciones entre actores, la dinámica de intervención territorial y su conexión con elementos físicos y no físicos, naturales y no humanos. En este sentido, Cabrera analiza lo planteado por Dupuy (1991), quien plantea una visión sobre las redes, basada en una territorialidad reticular que trasciende fronteras y zonas, que ejerce otro tipo de poderes y está más de acuerdo con la eficacia, el servicio de la colectividad y los nuevos requerimientos, al tiempo que asegura la circulación de personas, bienes e información.

Esta forma de entender el territorio se centra en el concepto de red como un conjunto de puntos de transacción, sean estas ciudades, redes técnicas o servicios públicos,

[11]TESAC: Territorios Adaptados al Clima. Propuesta de CIAT CCAFS

redes que “generan su propia organización territorial, sin detenerse, evolucionando siempre”. Este proceso en red explica tipos de relaciones entre espacio, tiempo, información y territorio, que se constituirán en características esenciales de las sociedades modernas; a su vez propone una visión de territorio sobre las redes, basada en una territorialidad que trasciende fronteras y zonas. Este aspecto se relaciona con la cosmovisión de territorio de las comunidades de una región, que ven sus límites mucho más allá de la intervención que una simple delimitación política, rompiendo las propuestas de ordenamiento tradicional de cuencas, donde un drenaje pretende dividir un manejo colectivo de diversidad cultural con relaciones de lugares vecinos, en los que sus orígenes culturales les permite transmitir formas de manejo de sus territorios, influyendo en su socioecosistema y en las respuestas de adaptación.

Es por esto que la visión de territorio marca precisamente esas relaciones con su bienestar social y ambiental, en la dinámica del socioecosistema como una red articulada. Otro aspecto que se une a este análisis es el propuesto por Bijker (1995), considerando en esas relaciones los actores heterogéneos humanos y no humanos, que junto a significados, prácticas, artefactos, etc., es plano de relaciones materiales que conecta elementos diversos e implica ámbitos económicos, políticos, psicológicos, naturales y tecnológicos. “Considera al territorio como un todo compuesto, como una red interconectada de elementos heterogéneos donde los humanos y no humanos son actores insertos en este entramado” Bijker (1995). Considerando esta fuerte relación sistémica y dinámica con una red interconectada de cambios y transformaciones, se adapta a la tesis de Wilches-Chaux (2015) al relacionar la dinámica de cambios de las comunidades y de los ecosistemas frente a la gestión del riesgo. En la figura 1.3 se analiza cómo esa dinámica de interacción, genera perturbaciones al ecosistema ya sea de tipo natural o antrópico, con respuestas de reacomodo a través de una resiliencia socioecosistémica, permitiendo que los diferentes componentes o subcomponentes del sistema puedan responder ante cualquier perturbación, generando transformaciones y una respuesta ante el manejo adaptativo.

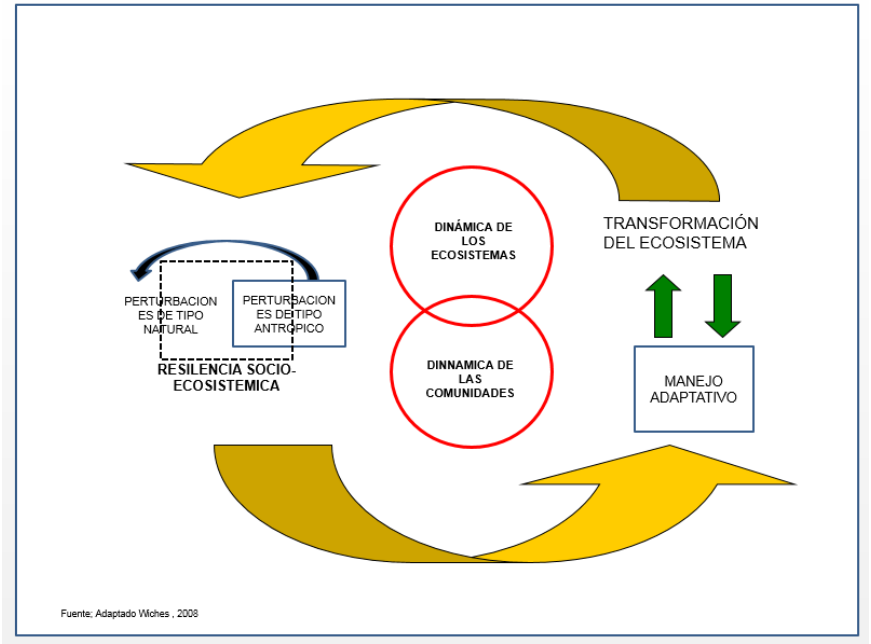


Figura 1.3. Relación de componentes que se asocian al manejo adaptativo.

Considerando lo anterior, a través del estudio de caso de la subcuenca Piedras, se analiza la interrelación dinámica de transformación en una línea de tiempo, abordando e identificando las prácticas que acercan a la adaptación y que influyen en el ordenamiento del territorio, la forma como han sido trabajadas en territorios vecinos de las subcuencas Molino y Pisojé, y por el cabildo de Puracé con influencia en el manejo de la parte alta de la subcuenca Piedras y San Francisco, pertenecientes a la cuenca Alta del río Cauca.

1.4.4 Principios, conceptos e indicadores aplicados al manejo adaptativo en el territorio

Como se mencionó en el numeral 1.4.1, es importante abordar la construcción del enfoque desde las ciencias ambientales, lo cual permite una mayor integralidad. Y la gestión integral del recurso hídrico y del riesgo de desastres, lo que implica considerar el manejo tanto aguas arriba donde se genera el recurso, como aguas abajo en las zonas donde finalmente se obtienen los beneficios; se destaca la importancia de conocer la caracterización del socioecosistema, para proponer la

conservación de los servicios ecosistémicos y el proceso de gestión de los servicios ambientales, con el fin de lograr beneficios para el bienestar social y económico, sin comprometer los ecosistemas.

En lo referente al concepto de gestión integral de recursos hídricos, esta enfocado para garantizar la gestión y provisión equitativa económicamente sólida y ambientalmente sostenible de los recursos hídricos y el servicio ecosistémico, fundamentales en la gestión de una cuenca altoandina. En este punto se debe considerar la complejidad del concepto de acuerdo a las múltiples fuentes que integran el sistema, sus usos, usuarios, espacios e intereses, y la forma como a través de los hitos mundiales, el agua ha tenido diferentes momentos en los que se han definido políticas y lineamientos para su manejo; por ejemplo, para los años 80, que se conoce como la década del agua, la apuesta estuvo dirigida hacia que “todo el mundo tiene derecho a tener acceso al agua potable en calidad y cantidad que iguale sus necesidades básicas” y las soluciones se centraron en ofertas tecnológicas. Para enero de 1992 se destaca la conferencia de Dublin, cuyo tema central fue el agua y el desarrollo sostenible, concluyendo sobre la necesidad de invertir las tendencias de consumo excesivo, contaminación y amenazas derivadas de sequías y crecientes. En este escenario se formulan recomendaciones para que se adopten medidas a nivel local, nacional e internacional guiados por principios rectores como son:

Principio 1: El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

Principio 2: El aprovechamiento y gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y responsables de las decisiones a todos los niveles.

Principio 3: La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.

Principio 4: El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

Posteriormente estos resultados fueron llevados a la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro en junio de 1992. Vale la pena anotar la importancia en la creación del Consejo de Colaboración para el Abastecimiento de agua y el Saneamiento (WSSCC) que forma parte de la Asociación Mundial del Agua (GWP), quienes propenden por acelerar el logro de servicios sostenibles de abastecimiento de agua, saneamiento y gestión de residuos para todas las poblaciones, especialmente las que no tienen acceso a estos servicios, mejorando la colaboración con los países externos. (http://hispagua.cedex.es/).

En la década del año 2000 están en auge los objetivos del milenio y las discusiones dadas en el II Foro mundial del agua, en torno a la problemática derivada de la reducción del acceso al agua dulce debido a la contaminación, el derroche, la deforestación, degradación de suelos y cambio del clima. Entre los objetivos relevantes estuvo el de reducir a la mitad la proporción de población mundial sin acceso a agua y saneamiento. A través del documento publicado por GWP (2002), el análisis muestra la importancia de la articulación de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos implementados para desarrollar y gestionar los recursos hídricos y proveer los servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad, definiendo esto como gobernabilidad.

El concepto toma importancia para el desarrollo de políticas públicas y marcos institucionales que sean aceptados por la sociedad y para movilizar recursos sociales para apoyarlos. Sin embargo, la discusión ha estado en la participación comunitaria y en la verdadera adopción de dichas políticas, motivando una discusión en torno a la gobernanza en diferentes cumbres mundiales, como la de Johannesburgo (2002), incorporando el concepto de la buena gobernanza como aspecto esencial para el desarrollo sustentable[12], consolidando la apuesta de la gobernanza como un sistema de gestión que abarca los aspectos ambientales, sociales y económicos y el papel de las instituciones democráticas como respuesta a las necesidades de la sociedad (Allan & Wouters, 2003).

[12]Concepto complejo y multidimensional que implica entender la interrelación entre aspectos ambientales, económicos y sociales que están en permanente cambio. Es importante considerar en la sustentabilidad de los socioecosistemas la articulación de escalas temporales, espaciales e institucionales. Este concepto implica trabajar con perspectivas de largo plazo y tratar de entender y articular las distintas dinámicas socioambientales en el tiempo y en el espacio. (Astier et al. 2008)

De igual manera, Dore *et al.* (2012), definen la gobernanza como el ejercicio según el cual la autoridad económica, política y administrativa de los recursos hídricos, se adapta a la dinámica de los bienes públicos y su gestión mediante la implicación de los actores sociales. Entienden la gobernanza de los recursos hídricos desde una doble vertiente: lo social como un proceso de diálogo, negociación y toma de decisiones, y lo instrumental como un medio para alcanzar unos objetivos predeterminados. En la evolución de los hitos sobre el agua, la Cumbre de Río 2012 afirma que la solución no recae en los avances tecnológicos novedosos o en la proporción de enfoques a generar más recursos, sino en promocionar una mejor gestión de los recursos disponibles.

Entre los principios propuestos para llevar a cabo una gobernanza efectiva, según Moriarty *et al.*(2007), están: que sea abierta y transparente, inclusiva y comunicativa, coherente e integradora, equitativa y ética, responsable, eficiente, sensible y sostenible. Sin embargo, Ricart (2013), referencia los retos de la gobernanza según Chambers (1997), Rhodes (1997) o Lee (2003), donde se argumenta que los políticos y gestores responsables del sector del agua, no están preparados para hacer frente a las nuevas demandas de gobernanza como los conflictos de mediación, la movilización de las comunidades, la formación de asociaciones, los procesos de diálogo o la participación en diferentes partes del proceso de decisión. Es por esto que Tropp (2007), propone la integración entre la tecnocracia y la sociocracia, y resalta cómo el conocimiento disciplinario sobre el bagaje tecnológico y las ciencias naturales, se deben integrar con el conocimiento multidisciplinario basado en la comprensión de la sociedad y la naturaleza en beneficio de enfoques integradores; es decir, que los conocimientos técnicos y las habilidades de la sociedad sean construidos y armonizados de acuerdo a las necesidades propias de cada región y por ende a los procesos de adaptación que esto conlleva.

El análisis realizado por Brenner & Vargas del Río (2010), considera que las estrategias para favorecer la gobernabilidad mediante nuevos esquemas de gobernanza ambiental, centrados en la participación social y el desarrollo socioeconómico en el ámbito local, involucran por lo general programas de apoyo y promoción de actividades socioeconómicas, con las que se busca reducir la

explotación directa de los recursos naturales y compensar las restricciones ambientales, mientras se genera la aceptación local y regional.

Algunas estrategias destacadas son los programas de capacitación de la población residente y apoyos económicos para mejorar las prácticas tradicionales de explotación de los recursos naturales, y en regiones donde las condiciones del mercado lo permiten, la promoción de actividades no tradicionales como el ecoturismo o la producción artesanal, que poseen cada vez más respaldo de instituciones multilaterales y de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. De acuerdo al análisis entre la gobernabilidad y la gobernanza, se destaca como en la gobernabilidad la relación Estado-Sociedad, el Estado se considera como único actor capaz de tomar e implementar decisiones, frente a la gobernanza que considera que en esta relación, las decisiones son complementarias entre el Estado y la sociedad civil.

En la toma de decisiones, se analiza como muchas veces a nivel de la gobernabilidad, ellas pueden ser autoritarias, unilaterales y direccionadas de acuerdo a las estructuras administrativas, a diferencia de la gobernanza, cuyas decisiones son participativas como resultado de negociaciones colectivas y de acuerdos comunes, complementarios a las estructuras gubernamentales. Esto lleva a una reflexión y es que los procesos finalmente tienen sostenibilidad y son adoptados cuando se aplica la gobernanza efectiva. La construcción participativa permite consensos de negociación; resulta válido discutir cómo la gobernanza muchas veces puede idealizarse y caer más en concepciones de tipo político que práctico y es así como puede perder la capacidad de negociación, y la construcción de un diálogo democrático que permita avanzar hacia la resolución de conflictos y la gestión efectiva del agua, la cual es aplicada igualmente a las decisiones conjuntas para el manejo adaptativo del territorio.

Al respecto vale la pena cuestionar si en la aplicación de los procesos de gestión aplicados se tiene en cuenta ¿Quiénes y Cómo toman las decisiones, Cuál es el papel de los ciudadanos y Cuáles son los medios y fines que se priorizan en la adopción de objetivos? y si finalmente en la construcción de un enfoque se considera la importancia de articular conocimiento tanto endógeno como científico, tecnología para optimizar servicios ambientales como el acceso al agua con calidad y cantidad,

y la armonización de leyes y políticas tanto internas de las comunidades como las definidas por el Estado, la claridad sobre la propiedad de la tierra, sus usos y conflictos y las alternativas para conservar los ecosistemas estratégicos que proveen servicios ambientales. Se destaca para la construcción del enfoque el análisis de Swyngedouw (2004), cuando define el enfoque hidrosocial que parte del principio de que la sociedad y la naturaleza se configuran mutuamente, por lo que los sistemas hídricos son construcciones socionaturales, dinámicos e históricamente configurados en términos de relaciones sociales y condiciones físiconaturales.

El enfoque hidrosocial estudia críticamente las relaciones configuradas entorno al flujo y control del agua, los intereses y relaciones de poder entre actores involucrados y los ordenamientos resultantes, la dinámica de estas relaciones híbridas entorno al agua, que van más allá de delimitaciones biofísicas, sociales o políticas. Propone una interpretación política de estos procesos, donde la relación agua- sociedad, está fuertemente influenciada por relaciones de poder, dominación y control. Lo anterior permite evidenciar, a su vez, cómo la gestión en una cuenca se acerca más al concepto de cuenca hidrosocial, que pretende construir un concepto operativo entorno a los flujos de agua que facilite alianzas e integre actores, procesos y acciones, en un marco programático estratégico y organizado de acción colectiva para la gestión integral del agua.

Otro aspecto relevante en esta relación de conceptos y principios, está en la visión de territorio de los diferentes actores sociales comunitarios e institucionales, en las que se integra en la construcción del enfoque una visión más pluralista; por ejemplo, donde el agua es un bien común, donde los actores sociales valoran la corresponsabilidad compartida y recíproca de su territorio en torno a la gestión integral del recurso hídrico y de los otros servicios ecosistémicos, en la que el Estado juega un papel clave para que se puedan orientar políticas aplicadas a potencializar dichos servicios, ya que una orientación contraria tiene como resultado la generación de una crisis en la gobernabilidad y en la gestión del territorio, en la que se refleja su poca capacidad para aplicar las leyes y normas de gestión que realmente sean aplicables, generando la dispersión y descoordinación institucional debido al desconocimiento de competencias que debilitan la intervención en el territorio, incrementando los conflictos ambientales y reduciendo la capacidad efectiva de una gestión que responda a los nuevos retos del cambio y variabilidad climática.

A continuación a través de la figura 1.4 se muestra la relación que tiene el socioecosistema de acuerdo a sus subsistemas y sus servicios ecosistémicos, los cuales están en constante transformación dadas las variables tanto internas como externas. Se considera la respuesta a través de la resiliencia del socioecosistema y su influencia permanente con la gobernanza de sus actores en el territorio a través de la toma de decisiones frente a la adaptación, a su vez estos procesos de interacción pueden ser estudiados a través del rol de las ciencias que ofrecen todos los elementos de análisis para la investigación y toma de decisiones para la planificación y gestión.

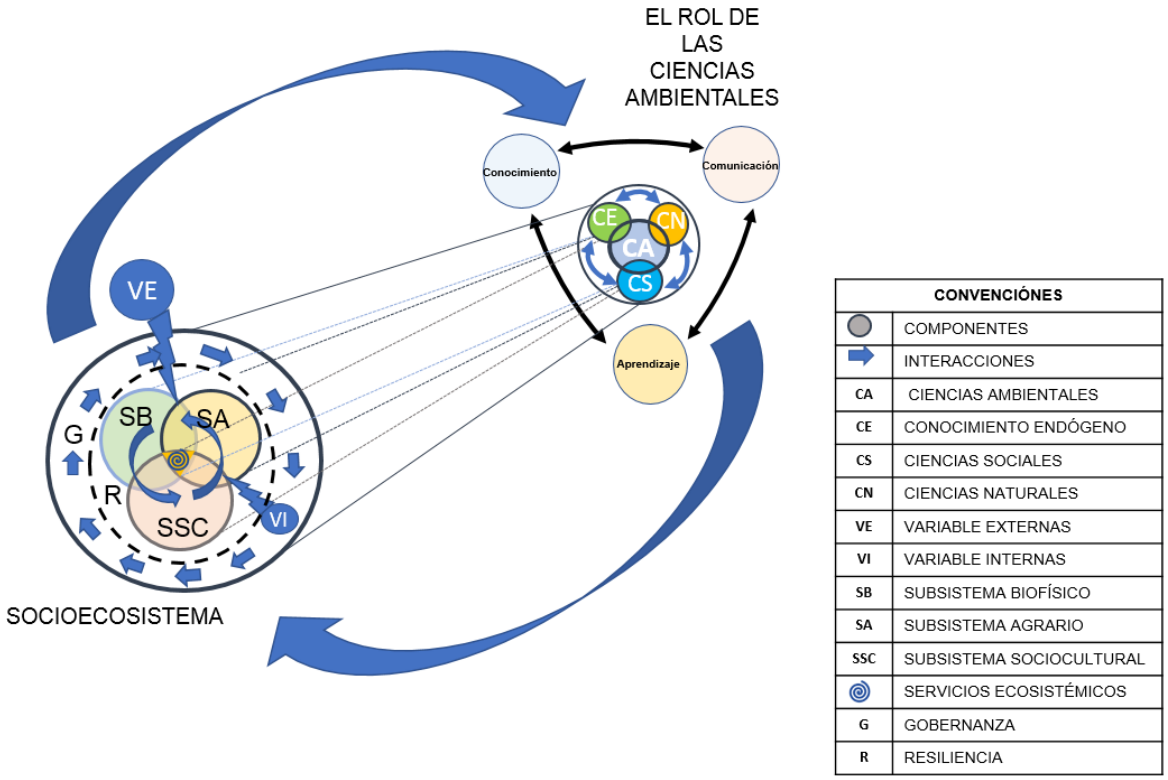


Figura 1.4. Interacción de componentes del socioecosistema y su relación con las ciencias ambientales.

El análisis desarrollado en la figura 1.4 permite proponer un abordaje mas integral para las respuestas ante las perturbaciones tanto internas como externas del socioecosistema a través de la adaptación, es asi como Cuevas (2017) propone desarrollar herramientas para identificar y priorizar medidas para la adaptación al

cambio climático, de acuerdo al contexto y problemáticas locales, asignándoles recursos de manera eficiente que permitan realizar acciones relevantes y realizar un seguimiento y retroalimentación del proceso. Sin embargo, esto implica todo un desafío para poner en marcha proyectos que tengan como objetivo el manejo adaptativo del territorio. Es así como Oliver *et al.* (2012), analizan que la dificultad está en aspectos como la dependencia del contexto y la falta de un indicador universal para medir el éxito, debido a que dependen del contexto sociocultural y sociopolítico, local o regional y de la incertidumbre sobre la evolución exacta del clima, lo que implica diseñar las medidas de adaptación de acuerdo a las particularidades que se presenten.

De acuerdo a los procesos de adaptación que se pueden implementar en un socioecosistema, se podrá definir con los actores sociales la orientación de las acciones, teniendo en cuenta los diferentes tipos de adaptación[13], entre las que se resaltan anticipada, reactiva, autónoma, planificada, privada y pública.

Otro aspecto es la dificultad para definir parámetros de comparación, tales como el análisis de escenarios de una situación sin cambios, ya que se requiere establecer una paralelo con la evolución probable en caso de no haberse implementado medidas de adaptación (el llamado “análisis contrafactual”). De igual forma, en el análisis del contexto de adaptación, Olivier *et al*. (2012) proponen definir con claridad el objetivo, considerando tres dimensiones:

1. Desarrollo de capacidades de adaptación, la cual se orienta a la solución de problemas, que deben facultar a los respectivos actores o a las personas y entidades afectadas para una mejor reacción a los cambios climáticos, como en el apoyo para la formulación de proyecciones climáticas y análisis de vulnerabilidad; sistematización y comunicación de información.

[13]**Anticipada:** se produce antes de que se puedan observar los impactos del cambio climático. **Reactiva:** es la adaptación que se produce después de haberse observado los impactos del cambio climático. **Autónoma:** Es la provocada por cambios ecológicos en los sistemas naturales, cambios en el mercado o en el bienestar de los sistemas humanos. También se denomina adaptación espontanea. **Planificada:** resulta de una decisión política deliberada, basada en la comprensión de que las condiciones han cambiado o están por cambiar y que se requieren medidas para volver a un estado deseado. **Privada:** adaptación iniciada y ejecutada por personas, familias o empresas privadas. **Pública:** Adaptación iniciada y ejecutada por cualquier nivel de gobierno, suele orientarse a necesidades colectivas (Ortega & Paz-B, 2014).

2. Medidas para la reducción de riesgos/vulnerabilidades que ya se hayan identificado (actividades de adaptación): Para este caso se busca disminuir los riesgos y las vulnerabilidades de tipo concreto, por ejemplo cambios en el uso de las áreas, utilización de semillas mejor adaptadas, cambios en métodos de cultivo, construcción de reservorios de agua.

3. Éxitos de desarrollo a pesar del cambio climático: se busca asegurar objetivos de desarrollo, como proyectos de seguridad alimentaria para mejorar niveles de nutrición, o mejorar la protección de la población local contra la malaria en una determinada región. La construcción de un enfoque integrador deberá ser dinámico y contar con un seguimiento continuo y el correspondiente análisis de una posible necesidad de cambios en la selección o el diseño de las medidas emprendidas; además, deberá proyectarse de acuerdo al contexto y las dimensiones que se deseen abordar, lo que requerirá flexibilidad para hacer frente a los cambios.

1.4.5 La evolución de los enfoques en manejo de cuencas

Hablar de un enfoque es hablar de interacción, es conocer el sistema, sus características, el relacionamiento y respuestas de gestión y manejo. La comunicación y construcción de conocimiento entre los actores sociales tanto comunitarios como institucionales, permiten acercarse a la adaptación, son pilares para lograr transformaciones en la dinámica de los ecosistemas y de las comunidades ante una premisa importante: “no solo es adaptarnos, es cómo lograr procesos sustentables que realmente puedan ser adoptados”. Es importante a su vez, relacionar esto con tres postulados: el principio de totalidad, el cual indica que cualquier alteración en una parte del sistema influye en el resto de las partes, transformando el todo; el principio de causalidad circular, referido a vínculos complejos de implicaciones mutuas, acciones y retroacciones, contemplados en un ciclo comunicacional; y, el principio de regulación, que establece que todo acto comunicativo debe adecuarse y responder a ciertas normas , reglas y conveniencias.

El enfoque integral es parte de una teoría que intenta lograr una comprensión del ser y su relación con su medio; para este análisis, el socioecosistema en búsqueda del bienestar natural y humano; son claves los métodos que permitan su implementación, especialmente en la construcción del conocimiento, para informar y transmitir procesos de adaptación planificados, con mejores oportunidades en pro de mejorar la respuesta del sistema a través de la oferta de bienes y servicios. El lograr integrar los socioecosistemas entre la interacción, integralidad, dinamismo, transformación, complejidad, propiedades emergentes, resiliencia y dimensión sociocultural en una cuenca altoandina, acerca a la construcción de un enfoque con un manejo adaptativo del territorio.

Se ha logrado una gran evolución de los enfoques en lo referente al manejo de cuencas; como lo analiza Andrade (2004), pasó de un enfoque convencional planteado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial en 1998, el cual tenía una visión sectorial y conservacionista, construida de arriba hacia abajo con una visión a corto plazo y con prioridad a los factores de producción de forma independiente, a enfoques más integrales como el ecosistémico, que tiene una evolución en la gestión integrada en los componentes de tierra, agua, recursos vivos y su restauración, promoviendo la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas de manera equitativa y participativa, que integra los factores ecológicos, económicos, culturales y sociales en un marco geográfico, definiendo límites ecológicos. El criterio básico de este enfoque es la visión integral, tomando en cuenta todos los bienes y servicios utilizables; intenta optimizar la mezcla de sus beneficios e involucra otras formas de conocimiento, incluyendo el indígena y el local.
Si bien el enfoque anterior es muy importante, se puede quedar en una etapa más de diagnóstico, aunque puede tener dificultades en la puesta en marcha dadas las cosmogonías de los actores sociales de las cuencas altoandinas, principalmente cuando no se optimizan los ecoservicios para mejorar el bienestar humano.

El Programa Conjunto de las Naciones Unidas en el marco del proyecto de “INTEGRACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MACIZO COLOMBIANO”, ofreció un ejercicio metodológico interesante, logrando un buen acercamiento con los actores sociales comunitarios e institucionales en las discusiones metodológicas sobre la vulnerabilidad al cambio climático y el análisis de medidas de adaptación a través de una ruta de adaptación. Sin embargo, la no

continuidad de estos procesos deja un gran vacío en la aplicación de las propuestas metodológicas al interior de las comunidades e instituciones.

Se consideraron cinco elementos: 1) Apoyo en el conocimiento, habilidades y oportunidades existentes en el ámbito local, que pueden ser fortalecidas para una mayor capacidad de adaptación; 2) La generación de apropiación con un proceso participativo de abajo hacia arriba; 3) Reconocimiento de la relación concreta entre adaptación al cambio climático y lucha contra la pobreza en comunidades vulnerables rurales y cómo pueden realizarse sinergias entre ambos; 4) La visión integral del desarrollo en el ámbito local; y, 5) La identificación de procesos de mala adaptación que deben ser revertidos (Capera, 2011). Frente a esta propuesta, se analiza un mayor acercamiento al manejo adaptativo y aporta lineamientos claves para la construcción del enfoque, principalmente en la fortaleza del trabajo comunitario para definir una ruta de adaptación.

Ulloa (2011) en su documento sobre construcciones culturales sobre el clima, analiza cómo las acciones para la adaptación no darán resultados óptimos si no se acuerdan con las comunidades locales, sus concepciones sobre los factores tiempo atmosférico y clima, y las formas de relación de las comunidades con dichos factores. Considera también la forma como se deben seguir reactivando los procesos de recuperación de los conocimientos ancestrales y de transmitir el conocimiento de ancianos a jóvenes, dado que se está perdiendo. Al respecto, Ulloa propone la participación de la antropología en equipos interdisciplinarios e interculturales, que tiendan un puente entre las dimensiones locales, disciplinares y políticas, para establecer estrategias, modelos escenarios y programas, dimensionando las implicaciones sociales, económicas, ambientales y políticas para lugares específicos y culturas particulares de acuerdo a los contextos históricos.

Estos conceptos corresponden a los que Leff (2004) ha denominado interdisciplinariedad técnica, en la que se integra una serie de ciencias y tecnologías aplicadas como una división del trabajo intelectual, científico y técnico, tanto a los procesos de producción como a un conjunto de proyectos sociales. Este concepto permite, a su vez, que los problemas ambientales, en medio de su complejidad, puedan analizarse de una forma sistémica. Como lo menciona Albán (2006), la

interdisciplinariedad permitirá abrir los marcos interpretativos, para realizar análisis desde múltiples ópticas de unas realidades que se vuelven cada vez más complejas.

Responder ¿Cómo debe ser un manejo adaptativo del territorio, tomando en consideración la diversidad cultural y ecosistémica en una cuenca altoandina?, lleva a la construcción de un enfoque integrador entre las Ciencias Ambientales y el manejo adaptativo. En este sentido, los planteamientos de Leff (2004), invitan a continuar construyendo procesos, a seguir profundizando sobre el diálogo de saberes de sus actores, al desarrollo de estrategias de manejo, conservación ambiental y continuidad cultural[14].

Pensar en ordenamiento es pensar en un todo, y para que ese todo funcione debe buscarse una integración del socio ecosistema. El hombre como tal, en su relación con la naturaleza, de acuerdo a su cosmovisión se encontrará con diferentes niveles, en los que siempre va a prevalecer su cotidianidad de prácticas tanto amigables como nocivas con su medio. Es aquí donde se debe explorar, discutir, proponer, validar y concertar, para encontrar las experiencias que permitan construir un enfoque integral que facilite y responda a las situaciones de transformación del socioecosistema ante cualquier perturbación, que generen impactos irreconciliables con su sistema y su capacidad de adaptación.

A nivel internacional, la propuesta desarrollada por Astier *et al.*(2008) a través de la evaluación de sustentabilidad como un enfoque dinámico y multidimensional a través del marco MESMIS[15], permite acercarse a propuestas más incluyentes de participación social y científica, con la construcción de un ciclo que aborda la

[14] El saber ambiental y el diálogo de saberes emergen del cuestionamiento de ese “saber de fondo” por la crisis ambiental que vuelve problemáticos los mundos de vida modernos y tradicionales, y cuestiona la centralidad, la universalidad y la generalidad de un pretendido saber totalizante ordenador del proceso de globalización. La razón económica e instrumental y los procesos de racionalización en el entendimiento de la realidad han quedado saturados y rebasados. El tránsito hacia la sustentabilidad anuncia otro saber, otra racionalidad, que trascienden lo pensable desde la ontología y la epistemología herederas de la metafísica (Leff, 2001).

[15]Marco para la evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Es un marco de referencia internacional, liderado por cuatro instituciones; el Grupo Interdisciplinario de Tecnología rural apropiada (GIRA), el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, El Colegio de la frontera Sur y el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias de la UAEM. De México.

identificación clara de objetivos, determinación de fortalezas y debilidades de los sistemas, selección de indicadores estratégicos, medición y monitoreo de dichos indicadores e integración de resultados, que permitan la construcción del enfoque para mejorar los sistemas de manejo de recursos naturales, enfatizando en la evaluación en áreas que incluyen los componentes ambiental, económico y social, a partir de evaluaciones del sistema con alternativas de manejo antes de su implementación (evaluaciones exante) y de evaluación de manejo tras la implementación de una o más intervenciones (evaluaciones expost).

Una conclusión importante en la evaluación de la investigación del marco MESMIS, es que en los diferentes casos estudiados generalmente se adopta un enfoque sistémico, analizando las propiedades emergentes de los sistemas de manejo y en las interacciones que surgen de procesos sociales, económicos y ambientales; su gran limitante es la evaluación aislada, que muchas veces desconoce o da muy poca importancia a indagar sobre los subsistemas que permiten un mayor desarrollo productivo de las comunidades. De otra parte, se encuentra en muchos casos con limitaciones en la información de línea base, para poder desarrollar la herramienta. Sin embargo es una metodología valiosa que aporta variables muy importantes para el análisis de un sistema y su sustentabilidad.

Otro enfoque internacional que aporta a esta construcción es el enfoque de manejo integral de Cuencas y Cuerpos de agua (MICCA)[16]; el documento del desarrollo de la propuesta en la Cuenca Lerma- Chapala en México, da gran importancia al manejo de los servicios ambientales con el fortalecimiento de la gobernanza para llevar a cabo acciones de conservación, restauración y manejo sustentable. A través de esta metodología a nivel internacional, países como Japón, Rusia, Filipinas, India, Malasia y Nepal, desarrollan un marco conceptual que permite llegar a acuerdos que se reflejen en el bien común; en ella se representan seis componentes: el trabajo de las instituciones para el manejo de la cuenca organizadas en una misma, la creación de Políticas de manejo que regulen el uso de los recursos, la participación organizada de personas y grupos, la clarificación de las posibilidades y limitaciones tecnológicas

[16]El MICCA fue desarrollado por el International Lake EnvironmentCommitteeFoundation.ILEC con sede en Japón, a partir del análisis del manejo de 28 cuencas de Europa, Asia, África, Europa y América

para cada caso, la información (su existencia, actualización y acceso) y el financiamiento para el conjunto de actividades.

Frente a propuestas consideradas sobre el manejo adaptativo, para la construcción del enfoque se resaltan los componentes propuestos por Hole *et al.*(2012), en los que considera cinco etapas: 1) definir los futuros escenarios posibles y establecer metas de conservación dentro de un rango plausible; 2) ejecutar acciones de conservación; 3) las acciones conducirán a una nueva conducta al interior del sistema; 4) monitorear para detectar cambios en el sistema; 5) analizar los impactos de las acciones de conservación y ajustar las metas iniciales de acuerdo a ello. El ciclo entonces se repite.

Sin embargo, en dicha propuesta se considera que el alto grado de variabilidad histórica y actual del clima andino, representa un desafío sustancial para la identificación de escenarios futuros en relación a los impactos del cambio climático en las especies, procesos y ecosistemas, lo que permite concluir que la importancia de la construcción de enfoques dinámicos, radica en que el monitoreo de los procesos permite seguir investigando sobre los nuevos cambios en el sistema y las propuestas de planificación y gestión para su manejo. Sin embargo, no se puede dejar de lado la inclusión de la conservación de especies que permiten el desarrollo de las estrategias regionales de biodiversidad, en las que se proponen procesos de conservación de ecosistemas estratégicos a través de diferentes figuras, entre ellos las diferentes categorías de áreas protegidas y alternativas de procesos de conservación comunitaria, como las reservas de la sociedad civil, las propuestas de conservación que permitan la formación de corredores ambientales que se constituyen en refugios para el manejo de diferentes especies identificando ecotonos, y la ejecución de planes de acción que permitan la conservación de especies amenazadas.

En este sentido, es concluyente que las diferentes experiencias desarrolladas siempre buscan aunar esfuerzos comunes para analizar las características del sistema y direccionar claramente los objetivos del enfoque que cada región quiere implementar de acuerdo a las políticas públicas de manejo, asociadas a indicadores de monitoreo y seguimiento del procesos que permitan definir el contexto inicial a partir del conocimiento.

El manejo adaptativo es un proceso iterativo formal de gestión de recursos que reconoce la incertidumbre y logra objetivos de gestión al aumentar el conocimiento del sistema a través de un proceso estructurado de retroalimentación. Los componentes de decisión y aprendizaje hacen parte integral del proceso de gestión adaptativa. De igual manera, la toma de decisiones permite generar un enfoque organizado y transparente del proceso de toma de decisiones el cual permite identificar y evaluar alternativas y justificar decisiones complejas. Sin embargo, la toma de decisiones estructurada no requiere la iteración y el consiguiente aprendizaje de orden superior, los cuales son inherentes a la gestión adaptativa (Allen *et al.,* 2011).

De acuerdo a McFadden *et al.* (2011) existen dos escuelas de pensamiento para la gestión adaptativa: la Escuela de Manejo Adaptativo de Resiliencia-Experimentalista y la Escuela de Manejo Adaptativo de Decisión-Teórica; en la primera, se pone un gran énfasis en lograr un entendimiento compartido entre las partes interesadas del sistema durante todo el proceso, especialmente antes de definir los objetivos y las acciones de gestión, además sus componentes requieren un aprendizaje activo sobre la resiliencia del ecosistema. Por su parte, la Escuela de Manejo Adaptativo de Decisión-Teórica esta fuertemente influenciada por la teoría de la decisión y enfatiza la comunicación entre las partes interesadas, pero esta comunicación se enfoca en definir el problema, los objetivos y las acciones de gestión antes de desarrollar modelos de procesos. De manera general la Escuela de Desición-Teórica conduce a modelos ecológicos menos complejos centrados en el problema de decisión, mientras que la Escuela de Resiliencia-Experimentalista conduce a modelos ecológicos complejos que incluyen todos los detalles potencialmente significativos del ecosistema. Estas escuelas permiten analizar componentes para el abordaje de la propuesta integral del enfoque, haciendo énfasis en que no solo a través de la investigación teorica se pueden ofrecer alternativas de manejo de un territorio, sino que a través de la investigación practica y con análisis de validación se pueden realizar propuestas prácticas que puedan ser adoptadas de una mejor manera por las comunidades y las instituciones.

En la figura 1.5 se muestra la relación integral del abordaje del marco teórico integrando el rol de las Ciencias Ambientales, el socioecosistema y sus componentes de interacción y su relación con el enfoque del manejo adaptativo del territorio.

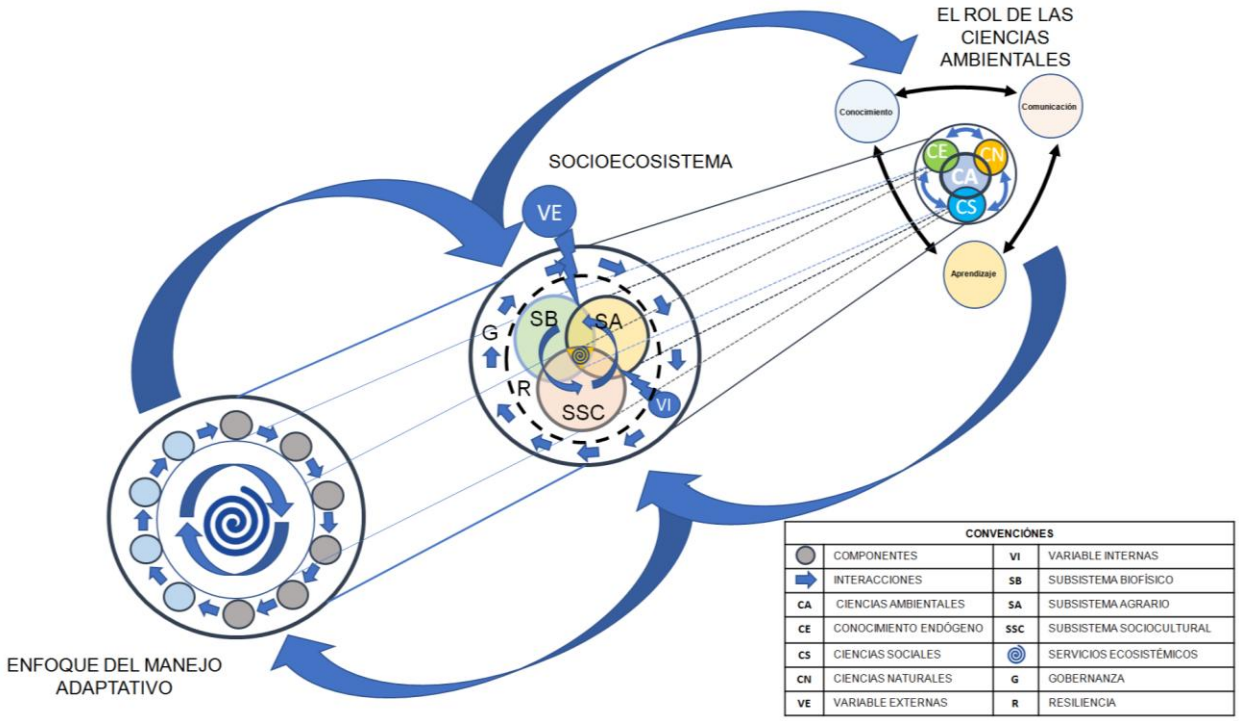


Figura 1.5. Interacción de componentes del socioecosistema, su relación con las ciencias ambientales y el enfoque del manejo adaptativo.

Esta propuesta se desarrolló a través de un estudio de caso, que se considera válido para el abordaje del socioecosistema. El origen del término “Estudio de Caso” es similar a “Historia de Caso” y se vincula con los antecedentes de los estudios clínicos. De acuerdo al ensayo desarrollado por Arzaluz Solano (2005) sobre este tema, se analiza la pertinencia para ser utilizado en la investigación; para ello se destacan las principales definiciones y discusiones.

[…] Multifacética investigación a fondo de un simple fenómeno social, por medio de métodos cualitativos de investigación. El Estudio de Caso se realiza minuciosamente y a menudo se basa en varias fuentes de análisis. El fenómeno social analizado puede ser una organización, un rol, una ciudad o un grupo de personas. El Estudio de Caso suele considerarse como instancia de un fenómeno, como una parte de un amplio grupo de instancias paralelas (Feagin *et al.*, 1991). Es importante resaltar

como a través del estudio de caso se puede llegar a tener particularidades en la investigación, que permiten a su vez profundizar sobre un territorio y las interacciones. Young & Schmid (1939) involucran la descripción de un proceso, teniendo en cuenta una unidad en sus diversas interrelaciones dentro de un escenario cultural, ya sea que esa unidad sea una persona, una familia, un grupo social, una institución social, una comunidad o sus instituciones sociales, y sus miembros se convierten en las situaciones del caso o factores del mismo, porque se está estudiando la significación o el efecto de cada uno dependiendo de sus relaciones con los otros factores, dentro de la unidad total. Arzaluz Solano (2005), destaca que en esta definición se incorpora un elemento muy interesante, que es la unidad de análisis como el eje del en torno al cual girará la investigación. Esta unidad puede tomar varias formas, pero siempre estará en estrecha relación con el resto de los componentes de lo que consideramos “un caso”.

De acuerdo a lo que Goode & Hatt (1976) analizan como el estudio de caso, es una manera de organizar información de acuerdo a la unidad escogida, como puede ser la historia de vida del individuo, del grupo o algún proceso social delimitado. Se pueden emplear todas las técnicas que utilice otro modo de organización como entrevistas intensivas, cuestionarios, historias personales, documentos, informes de caso hechos por otra persona, cartas, entre otras.

1.5 Marco Metodológico

1.5.1 Estudio de Caso

Se ubica en la subcuenca río Las Piedras. El período de la investigación comprende desde agosto de 2012 a diciembre de 2016; teniendo en cuenta que es una cuenca de abastecimiento del municipio de Popayán, se indagó información sobre prácticas de adaptación que fueran replicadas en otras subcuencas de abastecimiento, como lo son Molino y Pisojé, y zonas de influencia a la parte alta de la cuenca perteneciente al cabildo de Puracé, con el fin de analizar la replicabilidad de dichas

prácticas que son transversales en su aplicación a cualquier cuenca altoandina y son claves para la construcción del enfoque.

Este estudio de caso permite considerar la presentación de información de trabajos cualitativos; particularmente, permite reflexionar sobre la utilización y aplicación en estudios municipales. El Estudio de Caso aborda particularidades y se puede utilizar como una herramienta metodológica.

- **Caracterización del sistema**

Para la caracterización del sistema se consideraron las fuentes de información cuyo enfoque principal fue cualitativo, basado en el análisis documental soportado con información de la zona de estudio sobre proyectos, instrumentos de ordenación planificación como estudios de investigación, información institucional, análisis etnográfico y espaciotemporal. A continuación se especifican:

- **Análisis documental**

Fuentes históricas primarias: entrevistas a las familias custodias de semillas de la red de Sistemas de Alertas Agroclimáticas Participativas (en adelante SAATP).

Fuentes secundarias: información institucional basada en estudios, reportes realizados en diferentes épocas comprendidas desde 1989 hasta el año 2016; lo que permitió caracterizar las zonas de estudio en el aspecto biofísico y social, y las relaciones con las diferentes visiones de territorio, ordenación y manejo.

- **Análisis etnográfico**

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los diferentes actores institucionales y comunitarios que hacen presencia en la subcuenca. Se tuvo como referencia el marco Mesmis[17] y el marco ASAC[18]. En el anexo 2 se presenta el formato de las

[17]Metodología que integra evaluación de sustentabilidad, caracterización de sistemas de manejo, indicadores de sustentabilidad, análisis multiescalar, sistemas dinámicos, toma de decisiones.

[18]Agricultura Sostenible Adaptada al Clima.

preguntas de la entrevista y un ejemplo del permiso solicitado a los actores comunitarios que fueron consultados.

- **Análisis espacio temporal**

En el período de análisis entre 1989 a 2016, se tuvo en cuenta la disponibilidad de información de imágenes satelitales aplicadas a la herramienta SIG, software ArcGis v. 10.1, con el fin de determinar cambios en el uso del suelo en relación a coberturas, conflictos por tenencia de la tierra, caudal del río en su período de registro desde 1969 a 2016, formas y manejo de prácticas que se desarrollaron en el tiempo por parte de las comunidades, la relación con los diferentes programas y proyectos de las instituciones, el área de estudio de 6596 ha de la subcuenca río Las Piedras y la zona de influencia del cabildo de Puracé, y el análisis del comportamiento de otras prácticas de manejo en sectores de las subcuencas cercanas como Molino y Pisojé.

El resultado de este análisis permitió identificar las transformaciones en el territorio de acuerdo a diferentes hitos históricos, resaltando las prácticas que desarrollan los grupos focales de las comunidades campesinas e indígenas y los mecanismos de adaptación más relevantes que contribuyen a la construcción de un enfoque adaptativo del territorio.

1.5.2 Construcción del enfoque

Pasos de la investigación

Durante la investigación se desarrollaron cuatro pasos que permitieron integrar la propuesta final, presentados en la figura 1.6, donde se muestra como a nivel del socioecosistema se genera una construcción de abajo hacia arriba, con el fin de lograr que la implementación parta desde la unidad de análisis más pequeña, que es la parcela que se trabaja con la familia, replicándose a la vereda con los actores sociales de acuerdo a su cosmovisión, interculturalidad, impactando finalmente el socioecosistema.

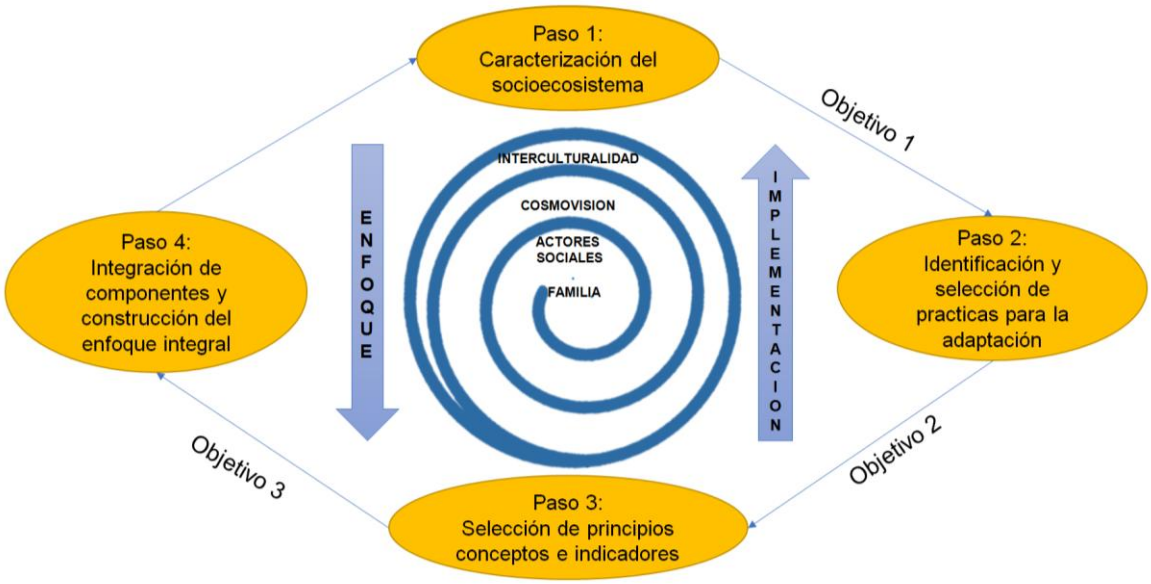


Figura 1.6. Pasos para la construcción del enfoque.

- **Paso 1. Caracterización del socioecosistema**

Se realizó a través de la descripción de los subsistemas biofísico, agrario (que comprende a su vez los subsistemas agrícola, forestal y pecuario), y sociocultural con análisis del contexto histórico, caracterización de coberturas de tierra, análisis de cambios en coberturas de 1989 al 2016, del conflicto de tenencia de la tierra de 1989 al 2017, de servicios ecosistémicos y ambientales y la propuesta de herramientas para el pago por servicios ambientales.

Se identificaron las fuentes bibliográficas de actores focales y se realizaron las comparaciones de los procesos de cambio espacial en los aspectos de coberturas, conflictos de uso del suelo y caudales. De igual manera, se relacionaron las prácticas ambientales utilizadas de acuerdo a un período histórico. El análisis espacio temporal se realizó teniendo la información mostrada en la tabla 1.1.

Elemento	Número	Años	Escala	Fuente	Observación
Plan de Manejo	1	1990	1:25.000	C.V.C	
Plan de Manejo	1	2006	1:25.000	C.R.C	
Imágenes satelitales	4	1989 1999 2009 2015	1:100.000 1:100.000 1:100.000 1:50.000	Glovis.USGS Glovis.USGS Glovis.USGS Agencia Espacial Europea	Se verificó utilizando imagen RapidEye 2014. A partir del trabajo en campo y cartografía social fue posible realizar la identificación de coberturas a escala 1:100.000, con un área mínima de mapeo de 3 hectáreas.
Idrisi Selva 17	1	No aplica	No aplica	Clark Labs	Licencia Grupo de Estudios Ambientales Universidad del Cauca.
ArcGIS 9.3	1	No aplica	No aplica	ESRI	Licencia Grupo de Estudios Ambientales Universidad del Cauca.

Tabla 1.1. Elementos empleados en el análisis espacio temporal.

Teniendo en cuenta descripción biofísica del sistema, se hace una descripción de una línea histórica identificando los subsistemas de manejo como el biofísico, agrario y sociocultural, y su relación con el contexto del socio ecosistema, determinando la escala espacial y temporal de la evaluación.

Caracterización de coberturas de la tierra de 1989 a 2016

Para la caracterización de las unidades de paisaje de la subcuenca río Las Piedras, se utilizó la metodología CORINE LandCover adaptada para Colombia Escala 1:100.000 (IDEAM, 2010), utilizando como insumos las imágenes satelitales Landsat 4-5, 7 y 8, a Escala 1:100.000(USGS, 2016); además, se apoyó en las imágenes Sentinel 2015 y Rapideye 2014 (Tabla 1.2). Se utilizaron categorías de asociación de coberturas tomadas de IDEAM (2010) como el mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, y se verificaron las unidades con base en la información recolectada en los recorridos de campo, el conocimiento de los facilitadores comunitarios y el equipo técnico de la División Ambiental de la Empresa de Acueducto de Popayán y Fundación Procuenca río Las Piedras.

Año	Satélite	Constelación	Bandas	Fecha captura	Píxel	Fuente
1989	Landsat 4-5	TM	7	07/08/1989	30x30 m.	USGS
1999	Landsat 7	ETM+	7	10/07/1999	30x30 m.	USGS
2009	Landsat 7	ETM+	7	09/07/2009	30x30 m.	USGS
2014	Rapideye	Rapideye	5	14/04/2014	5x5 m.	RapidEye
2015	Sentinel 2	Radar - SAR	12	15/06/2015	15x15 m.	ESA
2016	Landsat 8	OLI/TIRS	11	25/08/2016	30x30 m.	USGS

Tabla 1.2. Características de las imágenes satelitales.

- **Definición de Coberturas de la Tierra CORINE LandCover, IDEAM (2010).**

Bosque abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a 5m y cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas, o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.

Bosque denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del total de la unidad, y con altura del dosel superior a 5m. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).

Bosque fragmentado/galería y ripario

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y30% del área total de la unidad de bosque natural. También se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos

de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales.

Herbazal denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original ni sus características funcionales (IGAC, 1999).

Laguna (Cuerpos de agua artificiales)

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenamiento, usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento, riego con fines turísticos y recreativos.

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente como parcelas con tamaño mayor a 25 ha. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y70% de la superficie total de la unidad.

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Pastos limpios

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

- **Clasificación Supervisada**

Para la clasificación de los mapas de coberturas de la tierra se utilizó el software ArcGIS (ESRI, 2016),en la cual se aplicaron procesos de clasificación supervisada para la identificación de cada una de las unidades. Para identificar las coberturas se utilizó una abreviatura (Tabla 1.3).

ABREVIATURA	COBERTURAS
BA	BOSQUE ABIERTO
BD	BOSQUE DENSO
BF/GP	BOSQUE FRAG / GALERIA Y RIPARIO
HD	HERBAZAL DENSO
LAG	LAGUNA (EMBALSE)
MCPEN	MOSAICO DE CULTIVOS, PASTOS Y ESPACIOS NAT.
PL	PASTOS LIMPIOS

Tabla 1.3. Abreviaturas coberturas de la tierra.

- **Análisis de cambios de coberturas de la tierra**

Para analizar y medir el índice de los cambios de coberturas de la tierra se utilizó el módulo LandChangeModeller LCM (Modelador del cambio de la tierra), herramienta que hace parte de la plataforma IDRISI Selva (IDRISI, 2004).

Para realizar el análisis de cambios, el LCM utiliza la clasificación de las imágenes satelitales de dos o más temporalidades, realizando un cruce o interpolación entre la clasificación de una imagen en dos periodos diferentes; por ejemplo, para este estudio se utilizó la clasificación supervisada de las imágenes Landsat de las temporalidades 1989 y 2016 (Eastman, 2012).

Este análisis permite evaluar los cambios, en coberturas y usos del suelo de un área de estudio, arrojando mapas, gráficos e informes, que permiten una completa articulación de la información (Eastman, 2012). Se tuvo en cuenta la información del primer plan de manejo de la subcuenca ejecutado en 1990 (CVC, 1990) y las realizadas en el Plan de Manejo del 2006(CRC, 2006). Adicionalmente, se relaciona un análisis del conflicto por tenencia de la tierra, con el fin de relacionar la importancia que representa en el manejo de la subcuenca(Recaman, 2007). Cabe resaltar que esta información de cartografía temática, se relacionó a su vez con el análisis de las prácticas de manejo del territorio que las comunidades implementan, definiendo en ellas una evolución de manejo en la que se adoptan buenas prácticas de adaptación ante los fenómenos de variabilidad climática y prácticas negativas que aún persisten y podrían afectar la estabilidad futura de algunas zonas. Para el análisis de los cambios en la tenencia de la tierra se obtuvo la información predial del IGAC[19], documentos de informes de la Fundación de Procuenca río Las Piedras, entrevistas con actores sociales e investigación en el territorio.

Prácticas de manejo adaptativo

Identificación y priorización de prácticas que han generado procesos de adaptación, teniendo en cuenta criterios de selección desde la percepción de las comunidades, conocimientos y experiencias. Los intercambios culturales fueron un espacio para identificar y unificar criterios en la selección de las prácticas de manejo ambiental que influyeran en mejores resultados para el enfoque del manejo adaptativo del territorio.

El alcance espacial se realizó en las parcelas familiares de representantes comunitarios de grupos campesinos e indígenas de la subcuenca. Es importante resaltar que debido a la forma de articulación de las comunidades entorno a la Red de Custodios de semillas de la cuenca alta del río Cauca, se realizaron ejercicios de talleres y entrevistas a representantes comunitarios de la zona de estudio y de otros sectores de la cuenca Cauca, como son campesinos e indígenas de la subcuenca Molino, Pisojé y San Francisco, perteneciente al cabildo de Puracé, actor social de influencia directa sobre la subcuenca río Las Piedras. Se definieron para el análisis 26 parcelas, en las que se indagó la forma y manejo del territorio en una situación de

[19]Se realizó la vectorización digital de la información predial de 1989 y 2016, a partir de las planchas heliográficas adquiridas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

antes y después, con el fin de determinar la temporalidad de dichos procesos, teniendo en cuenta la interacción que tiene el socioecosistema con el ordenamiento y manejo del territorio.

Se destaca la consulta documental de los resultados obtenidos durante el proceso de manejo ambiental que se ha realizado por espacio de 27 años en la subcuenca, a través de los diferentes proyectos ejecutados en la zona por trabajos directos de las organizaciones sociales, representados en campesinos de Asocampo, Asoproquintana y comunidades indígenas de los cabildos de Quintana y Puracé, pertenecientes a la Red de Custodios de semillas y al Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas. Así mismo, el análisis de resultados de diferentes proyectos ejecutados a través de la Fundación Pro Cuenca río Las Piedras, la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P, Alcaldía Municipal Popayán, Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C, el Programa Conjunto de las Naciones Unidas y Agencias de Cooperación Internacional como GIZ[20], CCAFS[21].

Para la determinación de las prácticas que tienen mayor influencia y dependencia según la diversidad cultural y ecosistémica, se utilizó el método Mic Mac. Para el análisis de los datos, cada uno de los aspectos identificados por cada familia fue agrupado en subcategorías, las cuales fueron establecidas de acuerdo a la identificación de beneficios, barreras y estrategias comunes entre las familias encuestadas. Posteriormente, para estas categorías se generaron gráficos de frecuencias para cada aspecto, teniendo en cuenta como factor la subcuenca (Molino y Piedras) a la que pertenece cada familia.

A través de la figura 1.7 se esquematiza el desarrollo metodológico del paso 1.

[20]GIZ. Agencia Alemana de Cooperación Técnica.
[21]CCAFS. Programa para el Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria para América Latina.

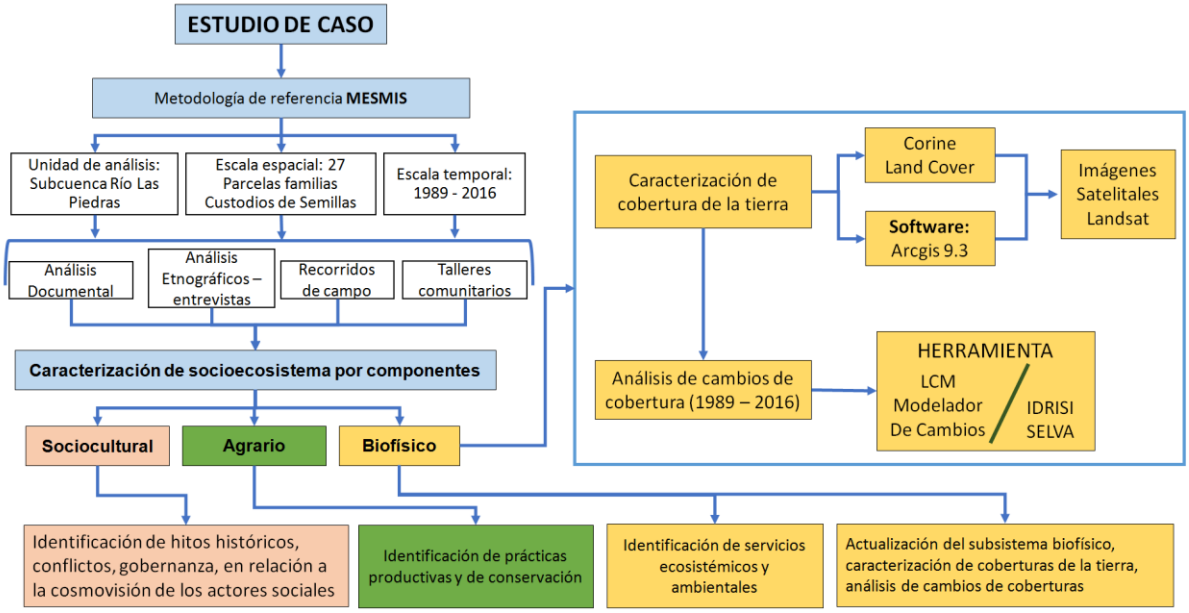


Figura 1.7. Esquema metodológico del paso 1: caracterización del socioecosistema.

- **Paso 2. Identificación y selección de prácticas para la adaptación**

Se tuvo en cuenta la información documental del análisis de vulnerabilidad realizado por el programa conjunto de las Naciones Unidas, proyecto de Integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el Macizo Colombiano, que permitió conocer de manera general la identificación de la vulnerabilidad en el territorio y la propuesta de la ruta de adaptación construida con los actores sociales en el periodo de 2009 a 2011. Con los resultados de estos trabajos, se dio continuidad a otros proyectos institucionales que permitieron la conformación de la Red de Custodios de semillas y su articulación al Sistema de Alertas Agroclimáticas Participativas; en este paso se identificaron las prácticas de manejo ambiental en el territorio, estableciendo criterios y priorizándolas a través del ejercicio realizado con la herramienta metodológica Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC), para posteriormente realizar un análisis estructural con el fin de identificar la influencia o dependencia de las prácticas. El método de evaluación fue el MIC MAC.

Durante el año 2015 se realizaron 10 talleres de priorización de prácticas ambientales asociadas a pilares de adaptación, mitigación y producción, en el marco del ASAC, y conversatorios para definir ruta de trabajo en campo y levantamiento de la información. En el anexo 3 se dan apartes del proceso ejecutado.

El tratamiento de datos aplicando el método MIC MAC, se realizó a través de 3 talleres durante los meses de febrero y marzo de 2016; se contó con la participación de actores sociales representados en los líderes de la red de custodios de semillas y personal técnico de las instituciones municipales como Alcaldía a través de la UMATA, CRC a través de la Oficina Asesora de Educación Ambiental, técnicos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado y la Fundación Procuenca río Las Piedras.

A través de la figura 1.8 se esquematiza el desarrollo metodológico del paso 2.

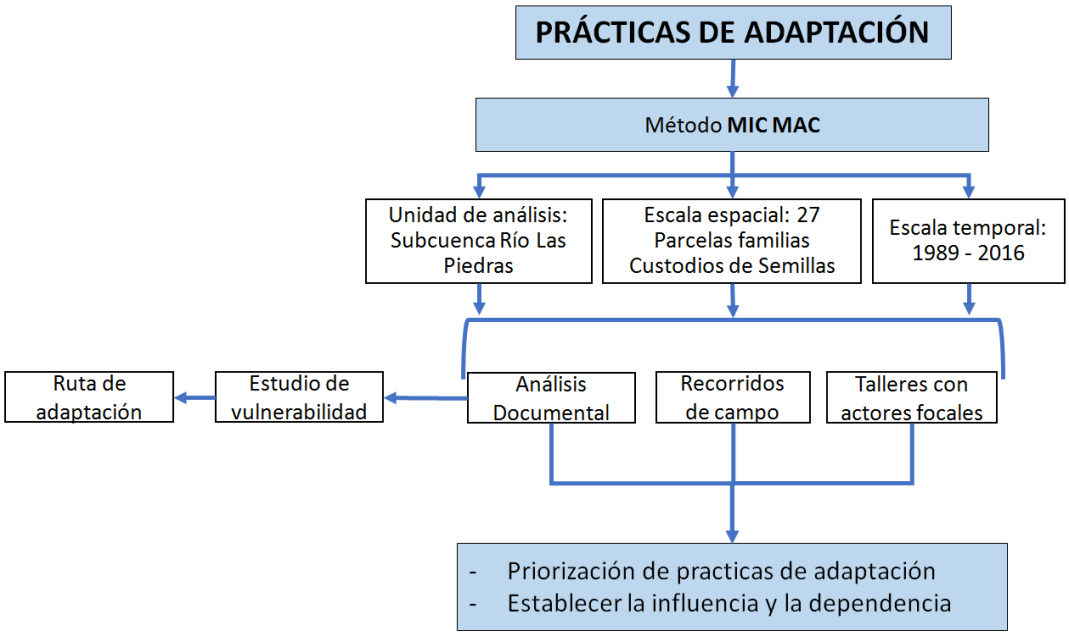


Figura 1.8. Esquema metodológico del paso 2: identificación y selección de prácticas para la adaptación.

- **Paso 3. Selección de principios, conceptos e indicadores**

Se realizaron talleres y reuniones de trabajo con los actores sociales de la red de custodios, definiendo los principios determinantes para un manejo adaptativo. A

través de este ejercicio se logró priorizar los principales indicadores que muestran la respuesta del socioecosistema, integrándolo a los conceptos que sustentan la propuesta.

Se realizó revisión de análisis documental de los proyectos del sistema de alertas agroclimáticas participativas, y se desarrollaron talleres y reuniones de trabajo con los actores sociales de la Red de Custodios de semillas, con el fin de analizar principios e indicadores de mayor importancia para la construcción del enfoque. Con el fin de realizar un análisis comparativo de las zonas cercanas, se realizaron 281 encuestas a 81 custodios, de los cuales 27 corresponden a familias de la subcuenca río Las Piedras parte baja y media, 36 a familias del cabildo de Puracé con influencia en la subcuenca río Las Piedras, parte alta y 18 familias de las subcuencas Molino y Pisojé, lo cual permitió analizar el impacto de las prácticas sobre los eventos de variabilidad climática, capacidad de adaptación y de qué manera fue adquirido el conocimiento.

Para el análisis de los datos de las entrevistas, cada uno de los aspectos identificados por cada familia fue agrupado en subcategorías, las cuales fueron establecidas de acuerdo a la identificación de beneficios, barreras y estrategias comunes entre las familias encuestadas. Posteriormente, estas categorías fueron sometidas a gráficos de frecuencias para cada aspecto, teniendo en cuenta como factor la subcuenca a la que pertenece cada familia.

Para el análisis comparativo del impacto de las prácticas sobre los eventos de variabilidad climática, adaptación y de qué manera fue adquirido el conocimiento, se verificaron los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas por medio de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Leven, respectivamente; posteriormente se realizaron análisis de Chi-cuadrado (X^2), ANOVA de Kruskal-Wallis y comparación múltiple de Dunn. Todos los análisis estadísticos y sus respectivos gráficos se realizaron con los software RStudio (RStudio Team, 2017), Biostat 5,3 (Ayres *et al.,* 2007) y GraphPadPrism 5,0 (Motulsky *et al*., 1994) (Tabla 1.4).

N° de encuestas (N° de familias)	N° de familias (procedencia)	Pruebas de normalidad y homogeneidad	Método de comparación	Software
281 (81 familias)	27 (Piedras, Parte baja y media)	Kolmogorov-Smirnov. Test de Leven	Chi – Cuadrado (x^2). ANOVA de Kruskal-Wallis (comparaciones múltiples de Dunn)	RStudio, Biostat 5,3 GraphPadPrism 5,0
	36 (Parte Alta con influencia familias Cabildo de Puracé)			
	18 (Molino – Pisojé)			

Tabla 1.4. Resumen del tratamiento estadístico propuesto para la evaluación del impacto de las prácticas de manejo adaptativo sobre los eventos de variabilidad climática, adaptación y de qué manera fue adquirido el conocimiento.

Con el fin de analizar indicadores locales, se tuvo en cuenta el análisis documental del SAATP del seguimiento al clima local, bioindicadores, análisis de fenómenos de variabilidad climática y análisis de mesas técnicas regionales de pronósticos agroclimáticos. De acuerdo con los indicadores seleccionados, se realizó un análisis de cambios, ganancias, pérdidas y persistencia en coberturas, aplicando el modelo LandChangeModeller. Para realizar el análisis del indicador de acceso al agua a través del balance entre oferta y demanda, se utilizó el programa WEAP, lo que permitió integrar los componentes de análisis considerados en el paso 4 del esquema.

Aplicación de las encuestas: se realizaron en el último trimestre del 2015.
Análisis de resultados de encuestas: enero y febrero de 2016.
Dos talleres para análisis de indicadores y principios relevantes para la adaptación: marzo y abril del 2016.
Tres reuniones con expertos para analizar modelos que evalúen resultados: abril y mayo de 2016.
Análisis de resultados: entre los meses de junio y septiembre de 2016.
Tres talleres de socialización de resultados: octubre a diciembre de 2016.

- **Proyección de cambios de coberturas de la tierra**

Para llevar a cabo la proyección de coberturas al año 2040 se utilizó el modelo de Cadenas de Markov (MarkovChains) del software Idrisi Selva 17, el cual utilizó la temporalidad inicial y final de las coberturas analizadas.

Cadenas de Markov: Es un procedimiento de predicción del cambio del uso del suelo que utiliza la combinación de Autómatas Celulares/Cadenas de Markov. Añade un elemento de contigüidad espacial, así como el conocimiento de la probable distribución espacial de la transición al análisis del cambio de Markov. Los componentes celulares-autómata permiten que las probabilidades de transición de un pixel sean una función de los píxeles vecinos (Eastman, 2012). Para lograr el análisis de los escenarios de comportamiento de las coberturas para el año 2040, se proyectaron dos escenarios: uno contempla la realización de prácticas de manejo adaptativo correspondientes a las temporalidades de 1989 a 2016, y el otro, el análisis de las coberturas sin ellas, con temporalidades de 1989 a 1999, periodo de tiempo en el que se evidenció una mayor presión sobre el territorio.

- **Análisis de demanda hídrica**

Para realizar el análisis de la demanda hídrica en la subcuenca río Las Piedras, se aplicó el modelo WEAP ("WaterEvaluation and Planning") siglas en inglés que significan “Sistema de Evaluación y Planificación del Agua”; es una herramienta computacional que provee un enfoque integral para la planificación de los recursos hídricos. Este sistema apunta a incorporar parámetros de oferta y demanda hídrica, siendo un instrumento práctico y robusto para la planificación integrada de los recursos hídricos. WEAP es desarrollado por el StockholmEnvironmentInstitute's U.S. Center (http://www.weap21.org/).

A través de la figura 1.9 se esquematiza el desarrollo metodológico del paso 3.

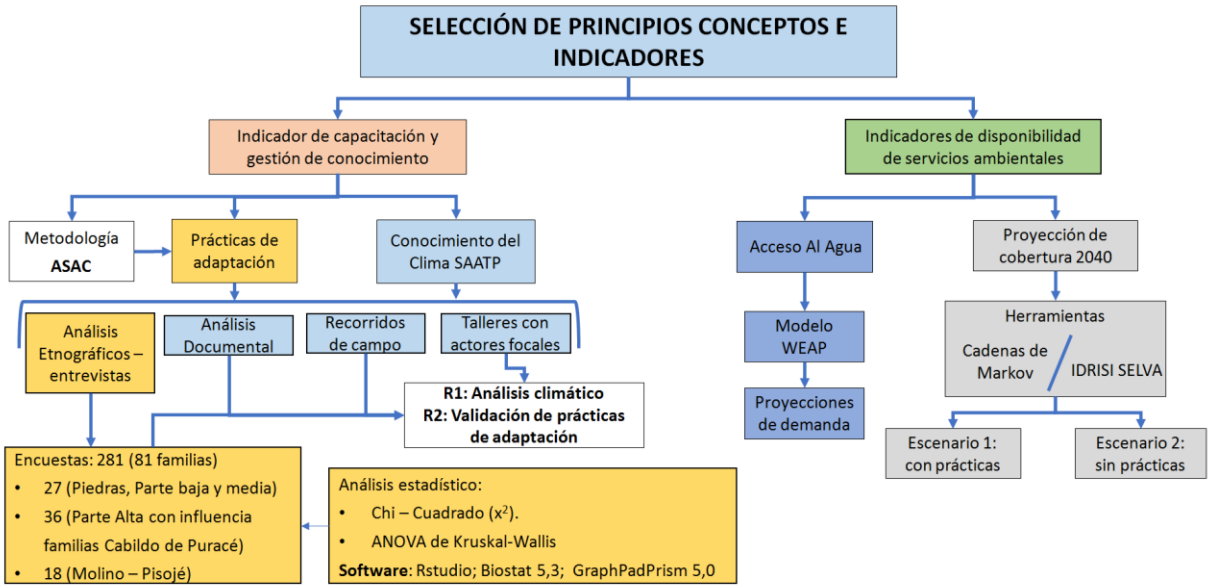


Figura 1.9. Esquema metodológico del paso 3: selección de principios, conceptos e indicadores.

- **Paso 4. Enfoque integrador**

Teniendo en cuenta el desarrollo de los pasos 1, 2 y 3, se realizó un análisis de los resultados para la integración del enfoque, el cual define los componentes del socioecosistema; relación de actores sociales e institucionales, construcción del conocimiento, acuerdos de confianza, cogestión para la adaptación en relación a los subsistemas biofísico, sociocultural y agrario, prácticas de adaptación, gobernanza, servicios ecosistémicos y ambientales, gestión del riesgo y monitoreos, para dar una respuesta a un manejo adaptativo del territorio.

A través de la figura 1.10 se esquematiza el desarrollo metodológico del paso 4.

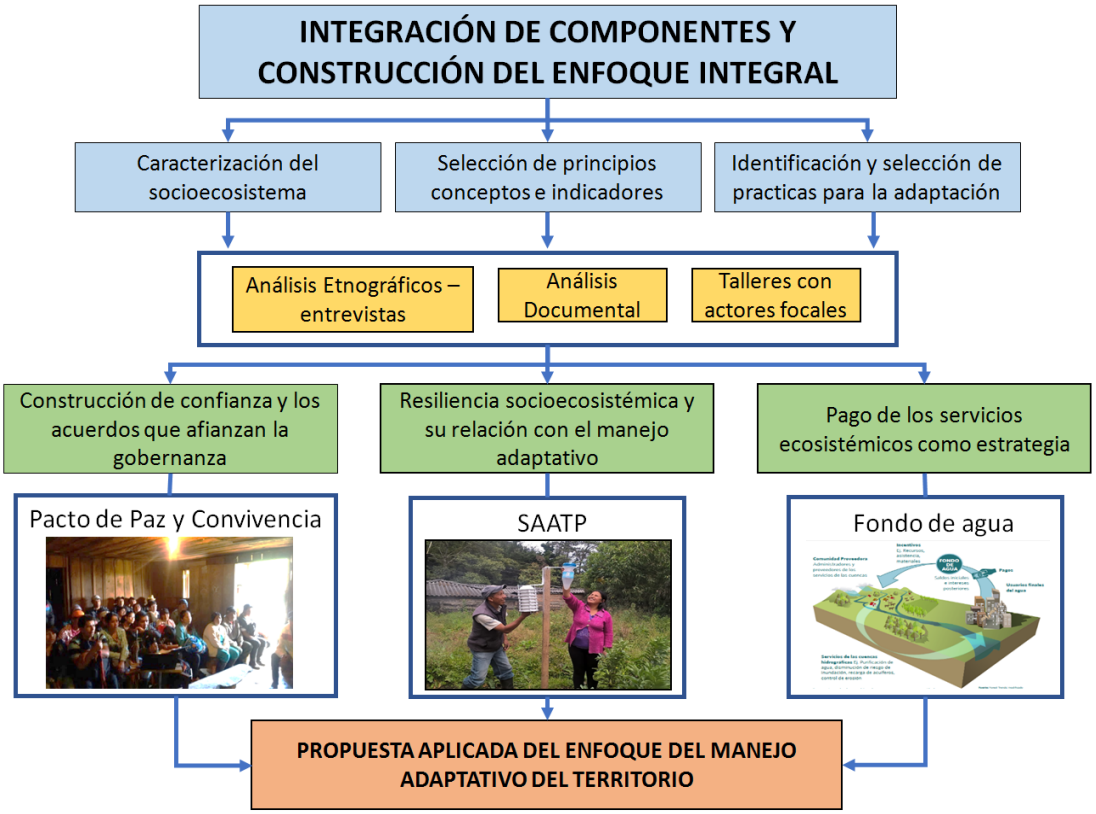


Figura 1.10. Esquema metodológico del paso 4: integración de componentes y construcción del enfoque integral.

Capítulo 2.

Formas de manejo y gestión asociados a los procesos de ordenación del territorio y las cosmovisiones que las sustentan

2.1 Introducción

Para identificar las formas de manejo de las comunidades campesinas e indígenas del área de estudio, se tuvo como referencia la participación de técnicos y familias vinculadas a la Red de Custodios de Semillas de la subcuenca río Piedras, que forman parte de la cuenca alta del río Cauca.

El proceso de caracterización tuvo como referencia el marco MESMIS desarrollado por Astier*et al.*(2008), que desarrolla el proceso desde el concepto de la teoría general de sistemas, partiendo del análisis de abajo hacia arriba, es decir considerando la unidad más pequeña del sistema como es la familia y su relación con el entorno de diferentes subsistemas como el biofísico, agrario y sociocultural, integrados en el subsistema ambiental, que tiene como resultado las interrelaciones del socioecosistema.

Para este análisis se tuvo en cuenta la sistematización de diferentes proyectos, entrevistas con representantes de actores sociales, análisis de los diferentes resultados de acuerdo a los recorridos de campo en la región y a la participación en las diferentes reuniones de los actores sociales y de los encuentros con instituciones, en la que se participó en la coordinación del proceso. Este paso permite entender el sistema como unidad organizada dependiente de la interacción de múltiples elementos que no pueden estudiarse de manera aislada y muestran la influencia en el manejo del territorio, según las diferentes visiones que tengan de él los actores sociales. Así, analizando los antecedentes históricos de la cuenca Piedras en las variables de cambio más significativos de los procesos socioculturales y biofísicos, se identificaron las formas de manejo y gestión asociados a los procesos de ordenación del territorio y las cosmovisiones que han influido en las decisiones de cambio.

2.2 Paso 1: Caracterización del socioecosistema

La caracterización parte de ubicar el sistema en un espacio y tiempo específicos, determinando qué se va a evaluar y cuál va ser el horizonte temporal de la evaluación; de esta manera lo propuso Musters *et al.*, (1998) y lo acoge Masera & López-Ridaura (1999), cuando determinan que desde una perspectiva sistémica se deben identificar el sistema bajo estudio, sus límites, subsistemas y flujos, y su contexto, que para este caso es la subcuenca, pero visto como un sistema de nivel superior Socioecosistema.

Para el estudio de caso se tuvo en cuenta la caracterización del socioecosistema, evaluando diferentes épocas entre 1989 y 2016. Los componentes principales se desarrollaron abordando la cuenca bajo el concepto de socioecosistema, pero de acuerdo a la relación sociocultural de las comunidades con su territorio. Se localiza la influencia de los actores sociales de las comunidades campesinas de Asocampo, Acaragro, Asoproquintana y de las comunidades indígenas de Quintana y Puracé.

Para el análisis, se integra el subsistema ambiental que interviene en el socioecosistema y que está conformado por el biofísico, agrario y sociocultural. Esta interrelación a su vez se conecta con las funciones del ecosistema y los servicios ecosistémicos que se pueden considerar como los beneficios que los humanos derivan de ellos, y con los servicios ambientales, en los que se reflejan las actividades de gestión que los humanos realizan en los ecosistemas, que forman parte de un todo, y la complejidad del mismo. Lo anterior se puede analizar a través de la figura 2.1.

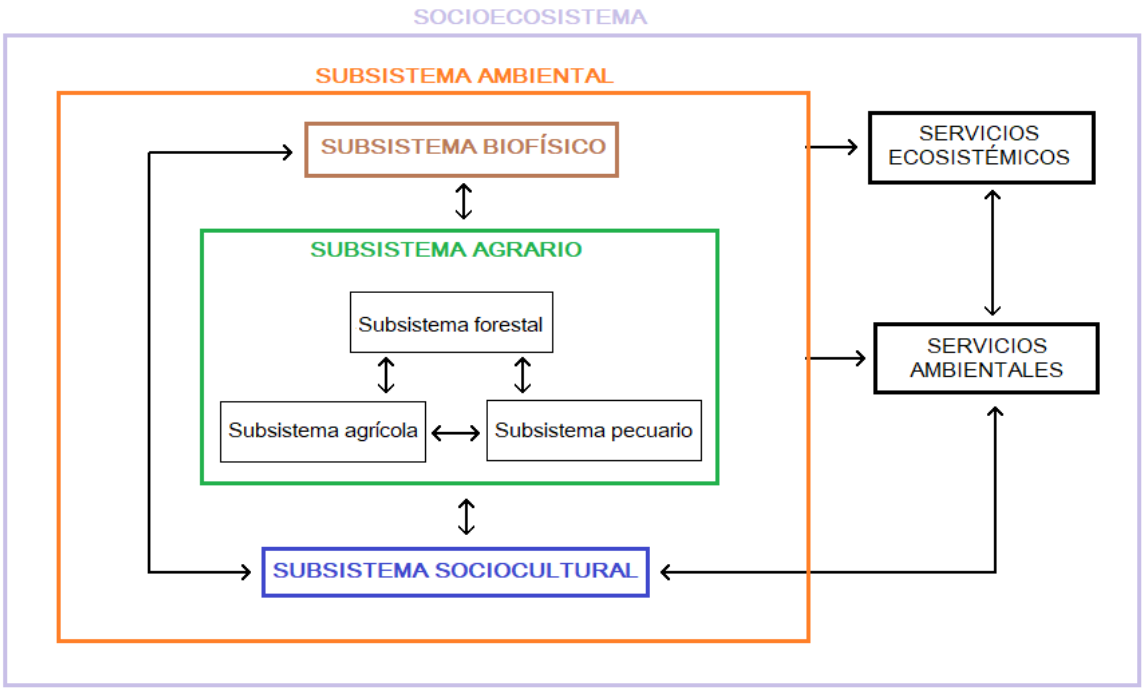


Figura 2.1. Componentes de análisis de socioecosistema Piedras.
Adaptado de Astier *et al.*(2008)

2.2.1 Subsistema ambiental

Subsistema Biofísico

- **Ubicación geográfica**

La subcuenca Piedras, está ubicada en el departamento del Cauca, Colombia, en los municipios de Popayán y Totoró, al nororiente de la ciudad, sobre el flanco occidental de la cordillera Central. Se encuentra a 76° 31’ 10” al Oeste de Greenwich y 2° 21’ 45” de latitud Norte, en el nacimiento del río y a 76° 23’ 45” longitud Oeste y 2° 25’ 40” de latitud Norte en la desembocadura al río Cauca. Limita al norte con la divisoria de aguas de la cuenca del río Palacé, al sur con la divisoria de aguas del río Vinagre, al este con los cerros de Puzná y Cargachiquillo, al oeste con el río Cauca(CRC, 2006) (Figura 2.2).

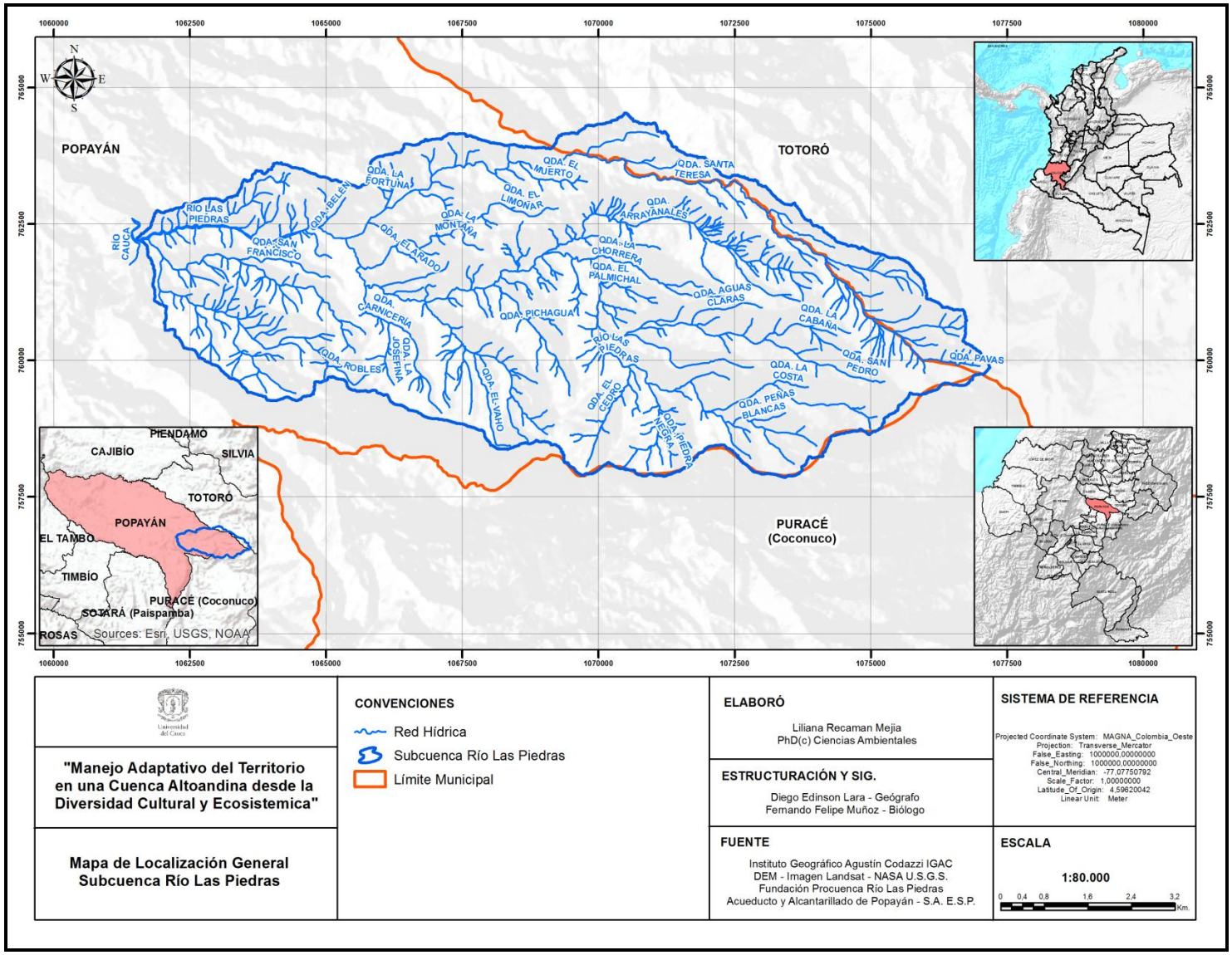


Figura 2.2.Mapa de localización general subcuenca río Las Piedras.

- **División corregimental y veredal**

La Cuenca comprende dos corregimientos: **Quintana**, identificado como el corregimiento 23 en el Municipio de Popayán, al que pertenecen las veredas Quintana, San Ignacio, La Laguna, la Parcelación El Canelo, definida de esta manera por las diferentes parcelas del sector que correspondía a la antigua hacienda el Limonar y que tomó su nombre de uno de los potreros de la hacienda, Laureles, parte baja de San Juan; y **Las Piedras**, corregimiento 22 al que pertenecen las veredas Las Huacas y San Isidro. La vereda Santa Teresa y la parte alta de San Juan pertenecen al municipio de Totoró.

- **Características morfométricas**

De acuerdo a la delimitación morfométrica realizada con el Modelo Digital de Terreno (MDT) de 5 metros de resolución, su extensión es de 6.596 hectáreas. Se realizó una revisión de los anteriores planes de ordenación y manejo de la subcuenca, en las que se muestran diferentes delimitaciones, dando diferencia en el área de estudio.

Para el primer Plan de Manejo del año 1990, se trabajó con un área de 6647 ha; en él se pudo observar de acuerdo a la cartografía física impresa, que se tomaron áreas correspondientes a la subcuenca Palacé, marcando una diferencia de 21 ha. respecto al segundo Plan de Ordenamiento de la Subcuenca realizado en el 2006,en donde el área definida fue de 6626 ha; para este caso, la diferencia aplicando el modelo digital fue de 30 ha. Se determinó que esta diferencia se generó por la delimitación con la Cuenca Cauca y sectores de la Subcuenca Palacé. Al respecto, el trabajo de comprobación de campo fue esencial para dar mayor precisión.

La subcuenca del río Piedras hace parte de la cuenca Cauca; su red de drenaje está conformada por 13 microcuencas: Buena Vista, Aguas Claras, Palmichal, La Chorrera, Arrayanales, Pichagua, El Vaho, Carnicería, El Limonal, El Arado, Santa Teresa, Robles y el río las Piedras. La corriente Robles o Piedra grande vierte sus aguas al embalse de Florida II y sus excedentes al río las Piedras, que finalmente desembocan al río Cauca con dirección de Este a Oeste, como se detalla en la figura 2.3.

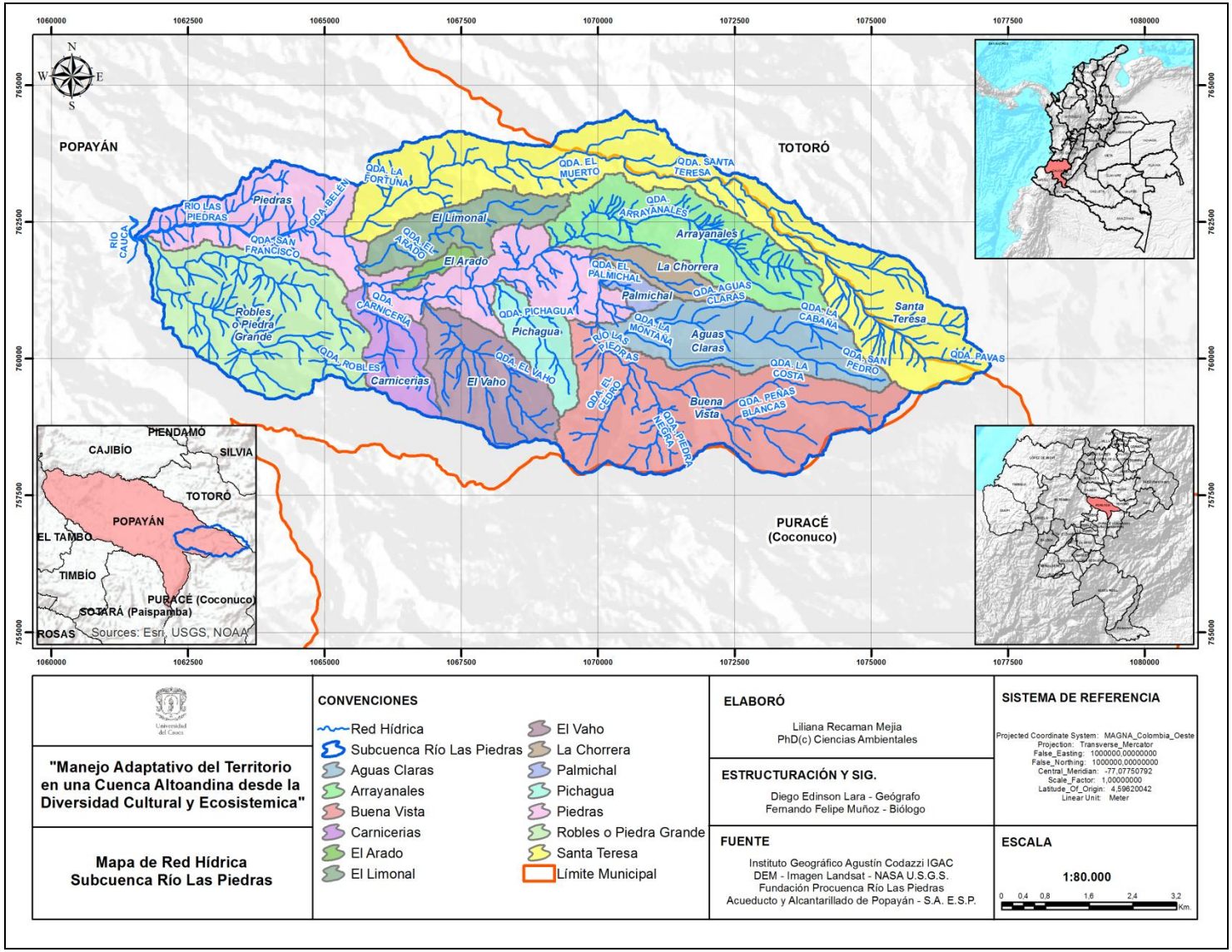


Figura 2.3. Mapa de la red hídrica subcuenca río Las Piedras.

La subcuenca del río Piedras es un ecosistema altoandino con pisos térmicos que varían desde los 1880 msnm hasta los 3800 msnm; es considerada de gran importancia, debido a los servicios ecosistémicos de oferta hídrica que representa, como principal fuente de abastecimiento para la capital caucana y de múltiples soluciones de agua, entre ellos sistema de abastecimiento de acueductos veredales (Tabla 2.1).

PARÁMETRO	SÍM	FÓRMULA	Vr	UND	INTERPRETACIÓN
Área	A		65.96	Km²	Cuenca mediana
Perímetro	P		42.76	Km	
Long. cauce principal	L		18.75	Km	Cauce Largo
*Long. Axial de la cuenca	La		15.97	Km	
*Ancho máximo perpendicular a La	Am		6.55	Km	
Cota mayor msnm.			3800	msnm	
Cota menor msnm.			1880	msnm	
Cota mayor del cauce principal msnm.			3615	msnm	
Cota menor del cauce principal msnm.			1880	msnm	
Ancho promedio	B	$B = \frac{A}{L}$	3.52	Km	
Factor de forma	Kf	$K_f = \frac{B}{L}$	0.19		Ligeramente achatada
Coeficiente de compacidad	Kc	$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	1.47		Oval redonda a oval oblonga
Índice de alargamiento	Ia	$I_a = \frac{L}{A_m}$	2.44		Moderadamente alargada
*Elevación media de la cuenca	Em	$E_m = \frac{\sum(A_i * e_i)}{A}$	2624	msnm	Elevación alta
Coeficiente de masividad	Km	$K_m = \frac{E_m}{A}$	39.78		Montañosa
*Pendiente media de la cuenca	Sm	$S_m = \frac{D * L}{A}$	0.35		
*Pendiente del cauce principal	S	$S = \left[\frac{n}{\left(\frac{1}{\sqrt{S_1}}\right) + \cdots + \left(\frac{1}{\sqrt{S_n}}\right)}\right]$	0.33		Fuerte
*Sinuosidad	Sin	$Sin = \frac{1}{l_s}$	1.1		
*Densidad de drenaje	Dd	$D_d = \frac{L_d}{A}$	3.785	Km/Km²	Alta
Densidad hidrográfica	Dh	$D_h = \frac{n}{A}$	6.278		
*Tiempo de concentración (Kirpich)	Tc	$T_c = 0.0078(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}})$	58.6	Min	Moderado

PARÁMETRO	SÍM	FÓRMULA	Vr	UND	INTERPRETACIÓN
*Tiempo de concentración (Bransby - Williams)	Tc	$T_c = \frac{21.8L}{5280}(\frac{1}{A^{0.1}S^{0.2}})$	226	Min	Lento

Tabla 2.1. Características morfométricas, adaptado Plan de Manejo Cuenca Piedras, 2006.

De acuerdo a su rango altitudinal, se encuentran áreas que se pueden clasificar como templadas húmedas, que están entre los 1900 – 2000 msnm, moderadamente frías húmedas, entre los 2000 – 2800 msnm, tierra fría subhúmeda que varía entre los 2800 - 3400 msnm y el páramo que se encuentra a más 3400 msnm. Su ubicación astronómica y geográfica hace que el territorio sea afectado por la confluencia de sus vientos alisios del norte y del sur este, ocasionando un periodo lluvioso de octubre a mayo y uno seco de junio a septiembre; por otro lado, hay formación de vientos diurnos y nocturnos o de montaña, como consecuencia de la ubicación del territorio sobre la ladera montañosa, generando una circulación de forma descendente o ascendente y en consecuencia la presencia de lluvias a diversas horas del día o la noche.

La precipitación media es de 1632 mm/año, la temperatura media es de 16°C y su caudal medio es de 2,48 m^3/ s. El clima es típicamente ecuatorial de montaña con pisos térmicos templado, frío y de páramo, y pisos bioclimáticos subandinos y altoandinos, los cuales se ven afectados por los vientos alisios y su geomorfología, generando precipitaciones de tipo orográfico. Se encuentran así periodos de lluvias de octubre a mayo y un periodo seco de junio a septiembre, con periodos intensos de lluvias entre octubre y diciembre, haciendo que la oferta hídrica de la zona se mantenga, debido a sus largos meses de precipitación y a la retención de aguas en los suelos.

Litológicamente, la zona se encuentra conformada casi en su totalidad por depósitos de la Formación Popayán. El relieve de la zona de estudio se caracteriza por hacer parte del nudo orográfico de la cordillera central, flanco occidental. Se encuentra clasificada como parte del área de influencia del Macizo Colombiano, presentando lomas alargadas y con cimas altas aplanadas poco disectadas, con direcciones oriente occidente y alta densidad, hasta que desemboca al río Cauca (CRC, 2006).

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada por Liévano-Bonilla (2017), sobre la fauna vertebrada que se distribuye en las subcuencas Molino, Palacé, Piedras y Pisojé, para Piedras se reportan siete especies nativas de peces y una introducida (*Oncorhynchus mykiss*). Hasta el momento existe reporte de 11 especies de anfibios (diez anuros y una cecilia), de las cuales una se encuentra en peligro de extinción (EN) (*Colostethus mertensi*) de acuerdo a las categorías de amenaza de la IUCN, y dos especies poseen su localidad tipo en esta subcuenca (*Colostethus mertensi* y *Colomascirtus larinopygion*).

En cuanto a los reptiles que se distribuyen para la zona, solo existen registros de seis especies (un lagarto y cinco serpientes no venenosas), lo que evidencia la necesidad de realizar estudios en este grupo faunístico. En el caso de las aves, existe una enorme riqueza de especies, pues se reportan 462, incluyendo 69 migratorias y dos en peligro de extinción. Por último, en el caso de los mamíferos existen registros de 27 especies, incluyendo especies carismáticas como *Puma concolor, Tremarctos ornatus* y *Tapirus pinchaque.*

2.2.2 Caracterización del subsistema agrícola, pecuario y forestal (agrario)

De acuerdo a la consulta de los documentos de Planes de Manejo de 1990 y de 2006 (CRC, 2006; CVC, 1990), en la subcuenca ha predominado la actividad ganadera, lo que ha generado la extensión de las tierras para pastos naturales o diferentes tipos de pastos (Kicuyo, Yaragua, Pangola, en especial Grama) y producción de ganado bovino sin control genético, generando problemas en la compactación y erosión de los suelos y disminución de la retención de agua; así mismo, ha generado la mayor intervención sobre las zonas de conservación por la ampliación de la frontera agropecuaria. Sin embargo, vale la pena mencionar que por ser el principal reglón económico de la región, las actividades de manejo han tenido un cambio a nivel de la integración de la planificación ambiental, que ha permitido la implementación de sistemas silvopastoriles, rotación del ganado, manejo de cercas eléctricas con división de potreros y bebederos ecológicos, con el fin de quitar la presión sobre algunos sectores de conservación, adecuando soluciones de agua para dar de beber al ganado.

Sin embargo, estas prácticas de manejo no son el común denominador para todas las familias; se nota mayor avance en las familias campesinas. De este subsistema se obtienen subproductos como la leche y la transformación de derivados lácteos, que son renglones importantes en la economía familiar. El estiércol en muchos casos se utiliza para la preparación de los abonos orgánicos y biopreparados, empleados en las actividades de producción del subsistema agrícola.

Otro componente importante de este subsistema en la zona, lo constituyen las especies menores como gallinas, conejos, cuyes y de mayor representación como reglón económico la piscicultura, utilizando la especie trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Esta actividad genera mano de obra en la región, ya que existe la piscifactoría El Diviso, empresa generadora de empleo de más de 80 familias. Así mismo, existen pequeños sistemas productivos que se usan también para fines de ecoturismo.

A nivel del subsistema agrícola, se establece que es un renglón de baja producción que se implementa para obtener algunos alimentos para la familia. Sin embargo, durante los últimos 15 años, ha tenido un mayor desarrollo incorporando cultivos a la parcela familiar y algunos excedentes que se venden en mercados de la ciudad. Se resalta la organización social de los Custodios de semillas, quienes han incrementado sus parcelas de producción de alimentos, conservando las semillas nativas y haciendo uso de buenas prácticas de manejo con abonos y biopreparados. Los cultivos predominantes han sido el maíz, hortalizas, frijol, papa a muy baja escala, café para las partes baja de la subcuenca y el cultivo de cabuya, que ha prevalecido en el tiempo y ha sido usado en la división de las parcelas, especialmente en la parte media del territorio. Esta última forma parte de los renglones económicos de muchas familias y se asocia a serios problemas de contaminación por el lavado para obtener la fibra; se asocian los frutales (durazno y mora) a este subsistema. En particular, fue muy representativo durante el 2005 al 2010 por el impulso de diferentes programas del gobierno, sin embargo no ha sido sostenible en el tiempo.

Referente al aprovechamiento forestal, en la zona se puede analizar cómo se ha explotado especialmente con la tala del roble para posterior quema y obtención del carbón. Es una práctica más asociada a grupos de comunidades indígenas y forma

parte de la economía de algunas familias. Cabe resaltar que entre los años 90 al 2000, fue muy marcada la presión a los relictos de bosque de roble y aunque esto ha cambiado, aún permanece y fue más visible en sectores de Santa Teresa, San Juan, San Isidro y la Laguna. La comercialización de madera de los bosques plantados y de rápido crecimiento, fueron representativos en las haciendas de Santa Teresa y San Ignacio, aprovechados en su gran mayoría durante los años del 1995 al 2005.

A nivel de los actores comunitarios, no es una actividad desarrollada en la zona. El aprovechamiento de subproductos del bosque es una práctica en la que se destaca la obtención de leña para cocinar y en una baja escala de madera para construcción de viviendas.

2.2.3 Caracterización del subsistema sociocultural

Esta población está conformada por familias indígenas pertenecientes a las etnias Páez del resguardo de Quintana, Coconucos del Cabildo de Puracé y por familias campesinas, que llegaron a la zona como colonizadores de lugares baldíos; otros llegaron al territorio comprando tierras, conformando fincas de grandes extensiones, también pequeños grupos campesinos que adquirieron propiedades. Otros, como ocurrió en las Haciendas San Isidro y San Ignacio, fueron terrazgueros[22] que posteriormente se organizaron para formar parte del cabildo de Quintana.

En las instituciones educativas de la cuenca en el año de 1995, estudiantes, padres de familia y docentes investigaron sobre el origen de los nombres de las diferentes veredas y que posteriormente retoma el Plan de Manejo del 2006.

Vereda Quintana – A mediados del año 1850 llegó la familia constituida por Pedro Antonio Peña y Trinidad Gallego, ellos hicieron una ramada y así comienza la explotación de la montaña. Tiempo después construyeron una hacienda a la que llamaron “QUINTA ANA” nombre inspirado de un libro traído de España titulado “Mística de la Quinta de Santa Ana”. Con el empuje de los primeros colonos se

[22]Terrazgueros: Personas que vivían en pequeñas parcelas donde cultivaban y pagaban al dueño por el uso del suelo un impuesto llamado “terraje”, consistente en 4 días de trabajo semanal, sin alimentación y con un capataz que los obligaba a cumplir con el trabajo propuesto.

construye la iglesia. La escuela se fundó en 1919, siendo su primera maestra Purificación Pérez. El señor David Eladio Peña crea en 1932 la inspección de policía, en 1961 se crea la junta de acción comunal y en 1981 llega la carretera que une a la vereda con Popayán.

Vereda San Isidro – Surge en el año 1971 a raíz de dar solución a la necesidad de tierras a los trabajadores y moradores de la región. La reforma agraria a través del INCORA adjudicó terrenos con títulos de propiedad. El nombre de la vereda lo tomaron de la hacienda que fue parcelada.

Vereda Las Guacas – Se remonta al siglo pasado, época que se caracterizó por la masiva colonización de lugares alejados. Adapta este nombre debido a que sus pobladores miraban frecuentemente fogatas en la oscuridad de sus montañas que simbolizan riquezas indígenas enterradas (guacas). Es así como en el año 1981, se donó un lote para la construcción de una escuela, impulsada por Bernardino Camayo, el sacerdote Paredes, liderando el trabajo comunitario con las familias Santiago, Camayo, Campo, Chicué, Gurrute, Quilindo y otros. Se llevaron a cabo otros proyectos como la construcción de la iglesia y por consiguiente, la evangelización de los habitantes.

Vereda San Ignacio– Se creó en la gran hacienda San Ignacio mediante la reforma agraria para 16 familias que venían trabajando como terrajeros. Estas son: Lames, Escobar y Chaparral.

Vereda San Juan – Conocida anteriormente con el nombre de las Palmas de San Juan, nombre tomado de unas palmas traídas de los pueblos de Inzá y Turminá. La escuela fue creada en 1963 por Florencia Quilindo Chantre. Existían en esa época 20 familias: Campos, Quilindos, Sánchez y Palominos.

Vereda El Canelo – Su nombre fue tomado de un potrero, perteneciente a la hacienda el Limonar. Las primeras familias fundadoras fueron Quilindo y Lames, quiénes trabajaban como terrajeros.

Posteriormente, en la medida en que las grandes haciendas fueron tomadas por el Cabildo de Quintana, el gobierno nacional las entregó para ampliación del resguardo;

en la medida en que los grupos campesinos continuaron con su organización, surgieron otras veredas, entre ellas La Laguna, Santa Teresa y Los Laureles.

Según el plan de manejo de 1990, la población era de 235 familias; de acuerdo al Censo realizado en 1999 por el Incora, la población estaba estimada en 2138 habitantes agrupados en 535 familias, dato no actualizado que se toma como referencia para proyección de la población actual.

A nivel de las instituciones de mayor presencia y permanencia en procesos de manejo de la cuenca que actúan en el territorio, identificadas por los actores sociales, se encuentran las del orden local como la Alcaldía Municipal de Popayán, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, y la Fundación Procuenca Río Las Piedras. A nivel departamental, los actores sociales consideran de gran importancia a la Corporación Autónoma Regional de Cauca (CRC), el SENA, el Concejo Regional Indígena del Cauca (CRIC), la Gobernación del Cauca y a nivel de organizaciones campesinas Asocampo se relacionan con Fensuagro[23], y Acaragro con el Cima CNA[24].

En cuanto a las instituciones universitarias, su mayor relación es con la Universidad del Cauca y la Fundación Universitaria de Popayán. A nivel nacional el mayor relacionamiento ha sido con el IDEAM, el Ministerio de Agricultura y el Incoder, entre otros. A nivel internacional, las Agencias de Cooperación más relevantes han sido USAID a través del fondo ambiental para la niñez, agencia de cooperación alemana GIZ, programa para el cambio climático y seguridad alimentaria CCAFS-CIAT y la más relevante, el Programa Conjunto de las Naciones Unidas (PNUD-FAO-UNICEF).

- **Contexto histórico y la relación con la cosmovisión de las comunidades**

Para entender las particularidades de la cuenca río las Piedras, es necesario conocer el proceso histórico identificado en un diálogo con los actores sociales, en el marco de la sistematización de la experiencia desarrollada en este sitio durante 27 años.

[23]Fensuagro: FEDERACION NACIONALSINDICAL UNITARIA AGROPECUARIA "FENSUAGRO

[24]Cima Coordinador Nacional Agrario de Colombia- CNA

Esta cuenca forma parte integral del territorio de comunidades campesinas de Asocampo, Acaragro y Asoproquintana e indígenas de los cabildos de Puracé y Quintana, con visiones muy particulares sobre como entienden el territorio, sus relacionamientos y la forma como han desarrollado sus prácticas sociales, culturales y de manejo con su entorno natural. En la figura 2.4 se localiza la influencia de los actores sociales en el territorio.

La asociación de Cabildos de la zona centro, reúne nueve cabildos; de ellos, los de Quintana y Puracé, tienen influencia en la cuenca Piedras y forman parte del pueblo Kokonuko[25]. En su cosmovisión, el territorio es el factor esencial que permite garantizar la pervivencia del pueblo, y la parcela es el espacio del trabajo de la familia, en donde se dan los aprendizajes y se guarda la relación armónica con la naturaleza; está muy vinculada con la producción, la soberanía alimentaria y el autoconsumo.

Sus proyectos giran en torno a los planes de vida, que son los instrumentos que en torno a su historia, derechos, pensamientos y el querer de la comunidad, que afianzan la cosmovisión; consideran que el ambiente o en su lenguaje "La Madre Naturaleza" está estrechamente relacionada con la vida y su progresivo deterioro afecta también gravemente la armonía y la permanencia de las comunidades[26]. De acuerdo a la cosmovisión del pueblo Kokunuco, "el territorio como espacio vivo, debe estar en permanente armonía y equilibrio, a fin de brindar un diálogo permanente de expresiones vitales que fortalecen la cultura y proyectan su Plan de Vida. El territorio se constituye en la fuente de la existencia". Así mismo consideran que el territorio es la marca de cada indígena, es lo que los hace diferentes, lo que genera su identidad y permite apropiar su cultura con profundidad. Autoridad Tradicional Indígena de los Territorios Ancestrales del Pueblo Kokonuko-Zona Centro. (2013-2017).

[25]Los Kokonukos de acuerdo a su cosmovisión son un pueblo de origen natural, en los que se relaciona con la formación de los páramos, montañas, lagunas, ríos y riachuelos. De esta relación con el volcán Puracé y el nevado de Sotará, nace su pueblo. Según los mayores una serpiente que bajó con una avalancha, se quedó en la meseta de Popayán y al morir surgieron otras vidas, naciendo el pueblo Kokonuko(CRIC, 2007).

[26] La organización política que rige los destinos del resguardo es el cabildo conformado por un gobernador, dos alcaldes, dos alguaciles y un secretario, estos cargos se eligen para un periodo de un año comprendido entre 1 enero al 31 de diciembre del mismo año.

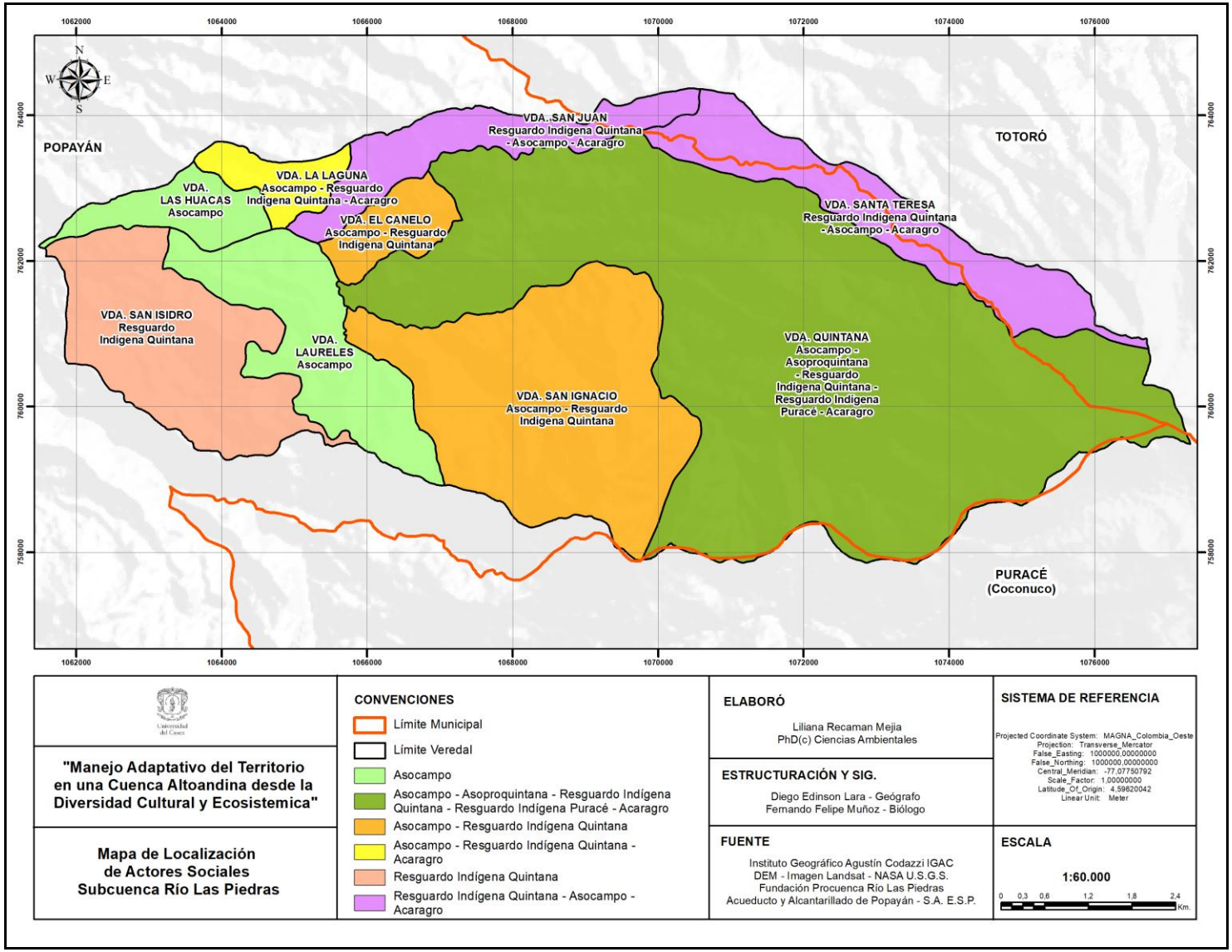


Figura 2.4. Mapa de localización de Actores Sociales Subcuenca río Las Piedras

Otros aspectos claves del análisis como principios rectores de su política, son la unidad, armonía, equilibrio, reciprocidad, solidaridad, integralidad, tierra, cultura y la autonomía, que generan una posición política de conflicto con las políticas de las corporaciones autónomas en el tema de manejo ambiental, con el sistema de áreas protegidas, entre ellos los Parques Nacionales, con sus áreas de superposición en los territorios indígenas y con las áreas de interés ambiental adquiridas por los municipios en el marco de la ley 99 de 1993 artículo 111 y sus decretos reglamentarios y modificatorios.

En el documento del Plan de Vida Regional del CRIC(CRIC, 2007)es importante destacar el siguiente párrafo que incorpora los principios rectores anteriores: “Para nosotros el territorio es mucho más que la tierra, para nosotros el territorio son nuestros tres mundos; casa de arriba (el trueno, el rayo, el arco, nubes, sol, luna, viento, reflejo); casa de abajo y los guardianes (camino de agua, la casa de lagunas, del aire, la casa de los tapano que es el hombre sin ano, la casa de la lombriz, la casa de los animales grandes, del fuego, del espíritu mayor); casa del medio representada en sitios sagrados y su relación con seres naturales entre ellos el páramo, montañas, colinas, entre otros”. En esta Cosmovisión se considera que “todos somos hermanos de todos, cosa que todo lo que existe es porque hay seres espirituales y a la vez, estos seres espirituales están representados en otros hermanos menores como los indígenas, los animales, plantas, minerales, y cada uno cuenta con su espacio, están interrelacionados entre sí y esto conlleva a la integralidad, armonía, equilibrio, sujeto como un solo ser, como un todo.

Las raíces profundas de la cosmovisión indígena han sido construidas a través de la historia. Está integrada por la visión del territorio, la espiritualidad, la sabiduría, los saberes, el conocimiento, el valor de la palabra y el derecho de los mayores; que orientan y sustentan el actuar, el relacionamiento que tienen con los otros pueblos, con la naturaleza, con el trabajo organizativo y con el universo simbólico que da sentido y significado a la vida. Autoridad Tradicional Indígena de los Territorios Ancestrales del Pueblo Kokonuko-Zona Centro. (2013-2017).

En esta perspectiva, la recuperación del territorio para las comunidades indígenas se convierte en una de sus prioridades, pero esta decisión genera dificultades con otros actores sociales como asociaciones campesinas y propietarios particulares que

tienen predios colindantes con sus resguardos y con el Estado, especialmente con zonas de traslape con Parques o con reservas que constituyen áreas de interés ambiental bajo la jurisdicción de un municipio. En estas dinámicas ubican los atropellos con su cosmovisión, que genera distanciamientos para el ordenamiento. Se considera que sus espacios de territorio con su familia, ya sea individual o colectivo, permite conservar su unidad de fortaleza esencial, que los une e impulsa a rescatar, defender y posicionar su pensamiento desde espacios colectivos, alrededor del fogón, la reunión, la asamblea, la minga, el trueque y otros espacios de integración. La familia, la cosmovisión, la cultura y la autonomía son raíces que nutren y sostienen sus planes de vida. La cosmovisión es la razón de ser de los pueblos y comunidades indígenas; es el fundamento político para pensar y orientar su accionar en lo organizativo, lo educativo, en lo territorial. Autoridad Tradicional Indígena de los Territorios Ancestrales del Pueblo Kokonuko-Zona Centro. (2013-2017)

Las asociaciones campesinas de la región de estudio están agrupadas actualmente en tres sectores Asocampo[27], Asoproquintana[28] y Acaragro[29]; sus organizaciones emergieron por la necesidad de defensa ante los conflictos por la tenencia de la tierra, por los procesos de las comunidades indígenas en su plan de recuperación del territorio ancestral. Para estos actores sociales era el territorio ancestral de los indígenas, era el territorio que sus abuelos colonizadores poseían y en otros casos el territorio que habían comprado sus familias por generaciones. En ellos se analiza el arraigo con su entorno y el gran respeto hacia la naturaleza.

Uno de los testimonios que relatan la Visión del territorio de Asoproquintana, develan el arraigo, la importancia con su historia <<… El territorio es el pasado, el presente y el futuro de las familias de la región, aquí nacimos y están enterrados nuestros antepasados. El territorio es el testigo del trasegar cotidiano y la historia de muchas familias que trabajaron para hacer de la vereda de Quintana lo que es hoy. Nos une

[27]Asocampo: Asociación campesina de Popayán red de reservas, agrupa aproximadamente 80 familias campesinas de las cuencas Piedras y Palacé: constituyeron una red de reservas que agrupa aproximadamente 30 predios.

[28]Asoproquintana: Asociación de propietarios de Quintana, agrupa aproximadamente 20 familias pertenecientes a la vereda de Quintana, de la subcuenca del río Las Piedras.

[29]Acaragro: Asociación campesina red de reservas agroambientales de la subcuenca del río Las Piedras y subcuenca Palacé.

en esta vida temporal hasta el término de nuestra vida, cuando pasamos a ser historia y entramos a ser parte de una vida espiritual…>> (Gentil Armando Ortega Cortés, Asoproquintana, 2009). <<…El territorio de la cuenca del río las Piedras de la vereda de Quintana, donde habitamos campesinos con gratos recuerdos de nuestros colonizadores, es el centro de nuestra actividad familiar y la relación del bienestar ambiental, para que nuestros descendientes no solo disfruten, sino que sostengan y mantengan el legado de nuestros padres, en lo social, cultural y en la conservación ambiental de nuestro entorno…>> (Ernestina Ortega Peña, Asoproquintana, 2009).

Para el sector de Asocampo Red de Reservas<<…El territorio es la relación de la comunidad con su medio, en la que el desarrollo de la producción está unido al mejoramiento ambiental para la sostenibilidad del mismo, integrando la educación, organización y fortalecimiento cultural. Hay que mantener lo que hay en conservación, ampliar las zonas y continuar buscando alternativas productivas sin olvidar la solución a la tenencia de la tierra, porque sin tierra no tendríamos territorio…>> (Benjamin Quilindo, Asocampo, 2009).<<…El territorio es el espacio donde desarrollamos las actividades sociales, culturales, ambientales y productivas a través de nuestros predios en unión con la familia y compartimos con nuestras organizaciones sociales e instituciones nuestras políticas para la construcción participativa de la ´planificación y gestión de nuestros proyectos para el beneficio de nuestra comunidad campesina …>> (Zoraida Golondrino,2016)

A diferencia del sector indígena, tienen una mayor aceptación de las políticas del Estado frente a los procesos de ordenamiento territorial y planes de ordenación de cuencas. El proceso de organización social está muy relacionado con sus Asociaciones campesinas, las cuales cuentan con sus comités y asambleas, pero también responde a las organizaciones de las juntas veredales. El concepto de territorio también gira en relación con el ambiente, la cultura y sus sistemas productivos; su trabajo se desarrolla con la familia.

Sus principios rectores están en función de sus particularidades como grupos campesinos con respeto a la propiedad privada. Al respecto, en sus apreciaciones generales se analiza una gran inconformidad por la resolución de conflictos entorno a la tenencia de la tierra, ya que los procesos de negociación al respecto han beneficiado a las comunidades indígenas, pero en un muy bajo porcentaje a ellos; incluso para ciertas organizaciones, esta resolución de conflictos no se ha dado aún después de más de 30 años de reclamos ante el Estado.

De acuerdo a la declaración de los derechos de los campesinos, el Comité Consultivo de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, aprobó por unanimidad el texto preliminar de la declaración Internacional de los Derechos de los campesinos, que busca ser un nuevo instrumento jurídico para la protección y desarrollo de los campesinos, sus comunidades y quienes viven y trabajan en el mundo rural. Es importante destacar en este contexto internacional, el reconocimiento a los derechos a la tierra y al territorio, resaltando los derechos a poseer tierras, desarrollo productivo, la conservación, la seguridad de la tenencia y a no ser desalojados forzosamente de sus tierras o territorios, y los beneficios a los procesos de reforma agraria con el cumplimiento de su función social.

Lo anterior es uno de los principales temas que tratan las comunidades campesinas en las mesas de trabajo con el Gobierno Nacional que iniciaron en el 2011, con el fin de que sean consideradas sus posiciones y procesos de negociación frente a la tenencia de la tierra. A pesar de existir diferencias culturales entre campesinos e indígenas en las formas de interpretación del territorio, especialmente en la tenencia de la tierra, y siendo este el principal aspecto generador de conflictos por espacio de más de 40 años, también ha sido el principal aspecto para lograr acuerdos y concertaciones. En la tabla 2.2 y la figura 2.5 se realiza una presentación de la línea histórica que fundamenta el porqué de los cambios en el territorio y transformaciones, relacionando la resiliencia socioecosistemica y los procesos de gobernanza que han impactado las decisiones de los actores sociales institucionales y la puesta en marcha de prácticas ambientales para la planificación y gestión del territorio.

AÑO	EVENTO
1974-1989	Se presentan problemas por tenencia de la tierra; las comunidades indígenas inician toma de tierras en la parte baja y media de la Subcuenca, especialmente en las Haciendas de San Isidro, San Ignacio, San Francisco, Montealegre, El Limonar y Las Piedras. Finalmente se conforma el cabildo indígena Páez de Quintana en 1989. El cabildo de Puracé de igual forma inicia toma de tierras en predios campesinos de Quintana en la Parte Alta. Se conforman las organizaciones campesinas conocidas como Aspro: AsproPiedras, AsproHatico, Asproquintana, para contrarrestar la presión de las Comunidades Indígenas
1988 - 1989	Algunos territorios presentan problemas relacionados a la tenencia de tierra, que a su vez resultan en conflictos comunitarios entre campesinos e indígenas. Se sienten los efectos negativos del fenómeno “El Niño”, y se toma como referencia la estrategia “hora Gaviria”. CVC empieza trabajos ambientales en la zona.

AÑO	EVENTO
	Ponderación de cuencas en la unidad de manejo Palacé Robles Rio grande. Identificación de las cuencas con mayor influencia y dependencia en el sector. Elaboración de Plan de Manejo y conformación de Comité Interinstitucional para su aplicación.
1990	Creación de la Fundación pro Cuenca rio Las Piedras Articulación de políticas institucionales locales en la conservación de la principal fuente de agua para Popayán Inicio de programas planteados en el plan de manejo La comunidad campesina recibe con recelo a la Fundación Procuenca Río Las Piedras FPRP y la comunidad indígena lo rechaza.
1991 - 1996	Impulso al fortalecimiento organizativo para el manejo ambiental como respuesta a las prácticas inadecuadas del territorio. Se destacan proyectos como Canjes ecológicos y se inician actividades trasversales en salud y educación para generar intervenciones en la calidad de vida de la población. En este periodo continua la negativa a la conservación ambiental. Sin embargo se da impulso a fincas Piloto con esquemas de Planificación Ambiental, que sirven para dar inicio a réplicas en otras parcelas, especialmente de comunidades campesinas.
1999-2000	Se conforma la organización campesina municipio de Popayán Asocampo, agremiando algunas familias que hacían parte las Aspro: Aspropiedras y Asprohatico. El proceso de conformación final se realiza en año 2001 con la conformación de la red de reservas, cambiando su razón social como Asociación Campesina de Popayán, Red de Reservas Asocampo.
1996-2000	Se inician actividades como la planificación ganadera, rutas ecoturísticas, proyectos de saneamiento básico, impulso de predios con reservas naturales, como respuesta a la ampliación de zonas de intervención campesina. Trabajo con las escuelas de la zona, vinculándolos a un proceso de investigación a través de un Microcentro educativo, que permitió construir una guía ecológica para que los niños conocieran el origen de su territorio. Aumento de trabajo con comunidades indígenas con aval de propietarios en predios no legalizados. Se inician acercamientos entre actores sociales en conflicto. Se realizan acercamientos con Parques Naturales- Parque Puracé. En este periodo se evidencia más interés en protección ambiental, se desarrollan proyectos de protección para ecosistemas estratégicos con fortalecimiento de la planificación predial para liberación de áreas de conservación
2001	Constitución de la red de reservas de la sociedad civil en la cuenca río Piedras. Consolidación de 64 reservas naturales de la sociedad civil. Se convierte en Piloto Nacional. Entidades Facilitadoras Parques Nacionales- FRP, Acueducto de Popayán decreto 1996 de 1999 Se fortalecen los procesos de planificación ambiental en las reservas, lo que permite que las familias liberen áreas de conservación como humedales, zonas de bosque, aíslen nacimientos de agua. Participan familias de Asocampo con 61 reservas y dos familias indígenas con 3 reservas.
2002	Construcción participativa y firma del Pacto de Convivencia entre actores sociales de la cuenca río Las Piedras. Modelo internacional de Paz y Convivencia, se mantiene en la actualidad 2017. Relacionamiento armónico entre los diferentes actores sociales y unificación de acciones de conservación de la cuenca. (Fin de las agresiones físicas). Se construyen acuerdos concertados entre los cuatro actores de la zona Cabildos de Quintana y Puracé, Campesinos de Asocampo y Asoproquintana. Entidades Facilitadoras,

AÑO	EVENTO
	Parques Nacionales y la Fundación Procuenca Río Piedras en Asocio con la Alcaldía Municipal de Popayán y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S. P Disminución del conflicto por la tenencia de la tierra que permitió avances en la planificación ambiental del territorio y la implementación de proyectos con metas de conservación.
2005	El proceso de las reservas de la Subcuenca Piedras permite la réplica en la Subcuenca Molino, realizan intercambios y giras de conocimiento que dan como resultado la creación de la red de reservas de la sociedad civil de la cuenca Molino 24 familias campesinas y 11 indígenas designan reservas para la conservación en zonas de importancia acuífera y de biodiversidad. 437,1 ha en conservación 24 familias
2005 - 2006	Elaboración participativa del Plan de Ordenamiento y Manejo de la subcuenca. El proceso se inicia con Parques Nacionales, Proyecto Ecoandino y FRP, luego es retomado por CRC, adoptando el plan en noviembre de 2016. Contempló 22 proyectos Elaboración de las líneas estratégicas en la planeación ambiental del territorio. Desarrollo de elementos para la planificación del territorio Fortalecimiento de la red de reservas por medio del programa Herederos de Reservas, a través del Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, en Asocio con la FRP, el Acueducto y Alcaldía de Popayán y las familias pertenecientes a la red de reservas.. Ampliación del área de influencia social y ambiental de la FPRP, se unen más familias campesinas e indígenas
2007	Implementación del Proyecto ReSA con parcelas para seguridad alimentaria. Se fortalecen sistemas productivos. Se realiza con recursos del Gobierno Nacional Presidencia de la República en asocio con la Fundación FRP, Alcaldía de Popayán y la empresa de Acueducto. Participan comunidades campesinas e indígenas. El manejo de abonos orgánicos toma mayor importancia. Se avanza en la compra de tierras para comunidades indígenas entre el gobierno Nacional, Ministerio del Interior. Incora. Se continua con la implementación de proyectos de reforestación y establecimiento de sistemas silvopastoriles a través de convenios interinstitucionales FRP, Alcaldía, C.R.C e iniciativas propias de las comunidades
2008-2011	Desarrollo del Programa Conjunto de Naciones Unidas , Proyecto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en la Cuenca alta del Macizo Colombiano Inclusión de la temática de cambio y variabilidad climática en los procesos técnicos administrativos, propuesta de una ruta de adaptación. Desarrollo de acciones en los ejes de agua y comida segura en un territorio seguro ambiental y organizativamente. Participan en un alto porcentaje familias campesinas e indígenas, siendo gestores de los procesos en la ruta de adaptación. Entidades cofinanciadoras y que formaron parte de los equipos técnicos de apoyo FRP y Acueducto de Popayán.
2010	Nacimiento de la alianza de custodios de semillas Formación de grupos de custodios de semillas por los diferentes actores sociales. Escuelas de campo: Parcelas ejemplo de las prácticas de adaptación denominadas Madres, parcelas replica denominadas Hijas y parcelas réplica implementadas por las organizaciones sociales denominadas Nietas. Lo anterior en el marco del programa Conjunto de Naciones Unidas
2011-2012	Terminado el Programa Conjunto, las comunidades deciden seleccionar un proyecto para continuar con las propuestas de la ruta de adaptación y seleccionan a la Fundación Procuenca Río Las Piedras FRP como entidad de articulación con las

AÑO	EVENTO
	comunidades y las instituciones Nacionales: IDEAM y Ministerio de Agricultura e internacionales Agencia de Cooperación Alemana GIZ; a través de la red de custodios de semillas, inician la 1 etapa del Sistema de Alertas Agroclimáticas Participativas realizando: Caracterización agroclimática del territorio con énfasis en semillas de maíz, frijol y papa. Creación de fondos rotatorios de semillas. Monitoreo climático local Creación de los comités de alertas agroclimáticas Inclusión de la información agroclimática como elemento para la toma de decisiones en el sector agropecuario. Desarrollo de mesas técnicas de pronósticos agroclimáticas tempranos. Creación de la red climática local.
2012	Creación de la red de vigías ambientales Participación de la comunidad en la prevención, vigilancia y control del territorio frente a evento catastrófico. Disminución de las amenazas, comunicación de riesgos y organización de la comunidad en grupos de reacción inmediata ante los eventos. Este ejercicio se realiza en asocio con La C.R.C, El Acueducto y la Fundación FRP y la red de custodios de la Cuenca Alta del Río Cauca.
2013	Inicio de monitoreo climático local en parcelas de investigación Registro de información climática local en 30 sitios. Conocimiento del clima local y apoyo en la prevención del riesgo. Se realiza a través de la 2 etapa de conformación del SAATP, en asocio con GIZ, FRP y Acueducto de Popayán conjuntamente con la red de custodios de la Cuenca Alta del Río Cauca. Creación de mercados de producción orgánica con las familias custodios de semillas, a la fecha continúa su trabajo.
2014	Consolidación del Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas SAATP Conocimiento de la información climática para la toma de decisiones. Planificación de actividades de acuerdo a pronósticos climáticos Se realiza a través de la 2 etapa de conformación del SAATP en Asocio con GIZ, FRP y Acueducto de Popayán conjuntamente con la red de custodios de la Cuenca Alta del Río Cauca.
2015	Desarrollo del Marco de Priorización en Agricultura Sostenible Adaptada al Clima ASAC Valoración de prácticas de adaptación al cambio y la variabilidad climática teniendo en cuenta los pilares Adaptación, Productividad y Mitigación Construcción participativa de portafolios de inversión basados en los análisis costo-beneficio de las prácticas priorizadas. Se realiza en alianza con CCAFS, CIAT, FRP y Acueducto de Popayán, en asocio con la red de custodios de la Cuenca Alta del Río Cauca.
2016-2017	Seguimiento a los proyectos y continuo mejoramiento del proceso en alianza comunitaria e institucional. Propuesta para la conformación del Fondo de Agua para el pago por servicios ambientales

Tabla 2.2. Línea de tiempo de caso construida con la comunidad, en taller realizado por PROCASUR. Agosto de 2016, y referencias bibliográficas (Recaman, 2015) adaptado (Recaman, 2017).

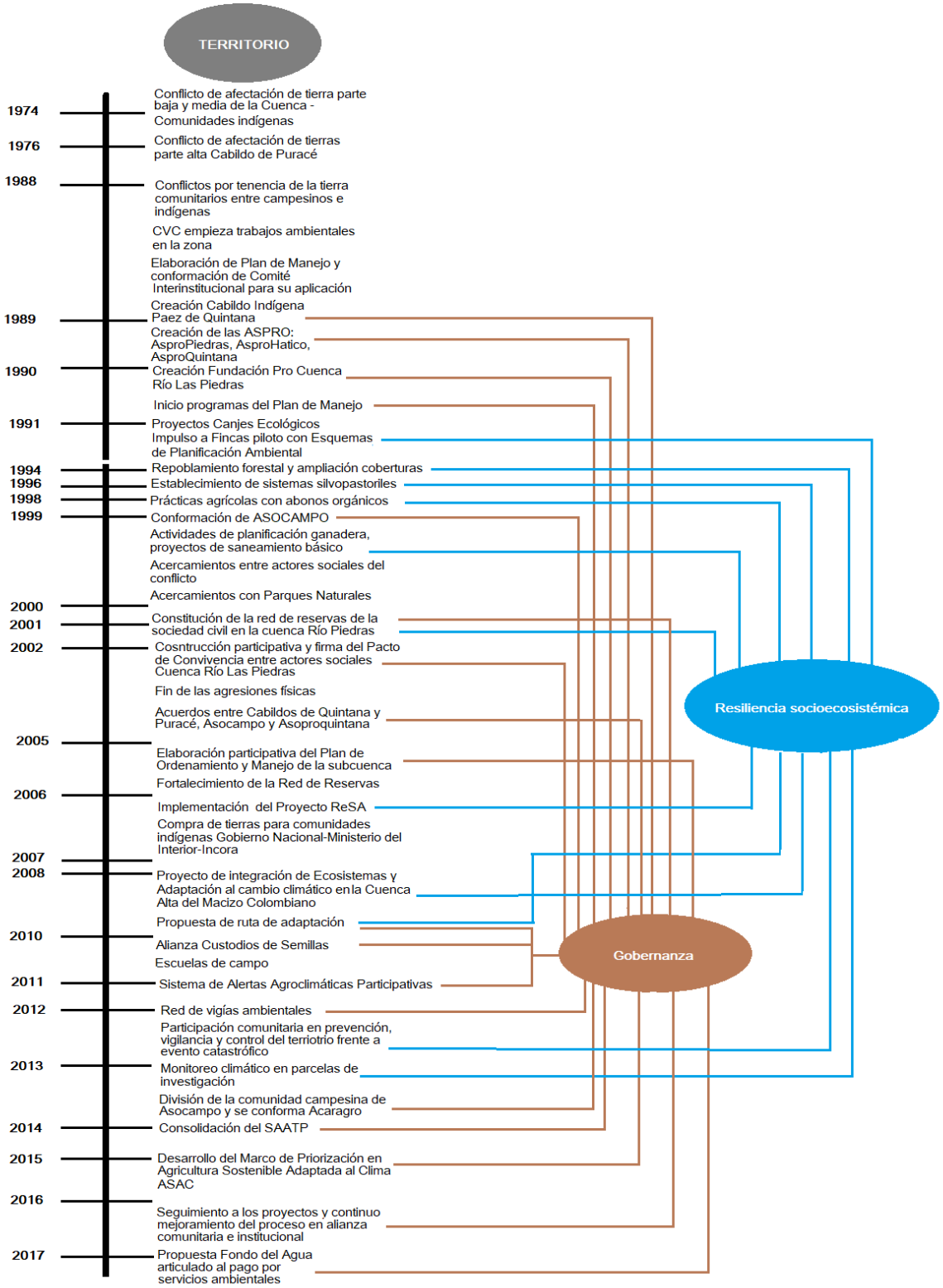


Figura 2.5. Línea de tiempo construida con la comunidad, referencias bibliográficas. Elaboración propia.

2.2.4 Caracterización de coberturas de la tierra

De acuerdo con la descripción anterior, a continuación se explica la dinámica de cambios en el territorio durante el período 1989 - 2016**.** Se presenta el análisis considerando las principales coberturas de la subcuenca, que para la descripción de las diferentes temporalidades e interpretación de las figuras, se describen en la tabla 1.3.

En la tabla 2.3se observan los valores en hectáreas y porcentajes del cambio de coberturas de 1989 a 2016, en donde los valores negativos indican disminución y los valores positivos el aumento en las coberturas.

COB.	**1989 Ha.**	**2016 Ha.**	**1989-2016 Ha.**	**% 1989**	**% 2016**	**% 1989-2016**
BD.	662,4	573,2	-89	10	8,7	-1,3
BA.	524,3	529,1	5	7,9	8	0,1
BF/GR.	2182,7	2205,5	23	33,1	33,4	0,3
HD.	110	111,4	1	1,7	1,7	0,0
LAG.	3,4	3,4	0	0,1	0,1	0,0
MCPEN.	508,5	1914,6	1406	7,7	29	21,3
PL.	2604,7	1259	-1346	39,5	19,1	-20,4
TOTAL	6596	6596		100	100	

Tabla 2.3. Coberturas de la tierra 1989 a 2016.

De acuerdo al análisis de los documentos del primer plan de manejo de la subcuenca en 1990 y entrevistas con actores comunitarios e institucionales, predominaban los pastos como resultado de la actividad de ganadería extensiva, influenciada desde la época de la colonia por las grandes haciendas y prácticas de colonos de la región. Las intervenciones productivas, se realizaban de forma intuitiva, sin planificación; de igual manera, otros aspectos como la destinación de áreas para conservación y protección de los recursos, se realizaba esporádicamente y al azar.

En la tabla 2.3 y figura 2.6se identifica la cobertura de PL en tonalidad de amarillo, con un área de 2604,7 ha, equivalente al 39,5%, zonas dedicadas a la ganadería extensiva y que no se asociaban con prácticas de manejo, le sigue el BF/GR en color verde claro con 2182,7 ha equivalentes al 33,1%. Sobre estas zonas de conservación y protección se ejercía una presión permanente para la obtención de leña y para habilitar nuevos potreros para la ganadería. En la parte alta de la

subcuenca, con tonos de verde a verde oscuro, se observa el BD con 662,4 ha, equivalente al 10%, y coberturas de páramo HD ubicadas en el flanco oriental, con 110 ha equivalente al 1,7% de la subcuenca.

La actividad ganadera también tenía un marcado manejo con la limpieza de potreros y presión sobre estas zonas de conservación para la ampliación de la frontera agropecuaria; el BA representaba 524,3 ha, equivalentes al 7,9%. Se localiza el MCPEN en tonalidades de verde manzana, con 508,5 ha y 7,7%, donde se incluyen las huertas caseras, pastos para la ganadería, áreas de protección y recuperación de bosques. Estas asociaciones de manejo estaban muy ligadas a prácticas culturales tradicionales de las comunidades campesinas e indígenas, en las que se tenía producción de cultivos básicos como el maíz, el frijol, la cabuya y algunos productos de pan coger. Por último, se clasificó la Laguna (Embalse La Florida 2) con 3,4 ha. y 0,1% del área total (6596 ha), zona construida para la generación de energía con el aprovechamiento de las aguas del río Cauca y dos afluentes del río Piedras.

Los procesos adelantados entre 1990 al 2016,estuvieron influenciados por hitos históricos de manejo en este territorio; entre ellos se resalta el desarrollo de proyectos piloto con procesos de planificación ambiental, que fueron replicados en parcelas familiares con el impulso a las acciones de conservación de bosques y ecosistemas de regulación hídrica, el incremento en los sistemas productivos y diversificación con una mejora en la seguridad alimentaria, la inclusión de sistemas silvopastoriles con alternativas de manejo para la ganadería y la disminución de conflictos por el uso del suelo.

Paralelamente se generaban procesos comunitarios que fortalecían la gobernanza, como la constitución de la red de reservas de la sociedad civil[30], la firma del pacto de paz y convivencia[31], la formulación del segundo plan de manejo de la subcuenca[32], la participación en la resolución de conflictos por la tenencia de la tierra, ejecución de

[30]Red de reservas de la sociedad civil creada el 14 de mayo del 2000, por grupos campesinos de Asocampo, integrando 64 reservas entre las subcuencas Piedras y Palacé.

[31]El 15 de octubre de 2001, se firma el Pacto de Paz y Convivencia, entre los cabildos de Puracé, Quintana, Asocampo y Asoproquintana.

[32]Formulado entre el 2004 al 2006 de acuerdo al decreto 1729 de 2002.

proyectos definiendo su vulnerabilidad y ruta de adaptación[33] considerando la seguridad alimentaria, agua, territorio y gestión del riesgo, desarrollo de proyectos con medidas de adaptación impulsados por el gobierno local y la cooperación internacional[34],entre ellos la estructuración del sistema de alertas agroclimáticas participativas, la aplicación de la metodología ASAC[35] con pilares en seguridad alimentaria, adaptación y mitigación; se consideran también los proyectos con iniciativas propias de las comunidades, que permitieron cambios positivos en el manejo del territorio, como las implementadas por los actores campesinos y las comunidades indígenas de la región.

En las figuras 2.7 y 2.8 se observan los resultados de las coberturas para el año 2016, donde predomina el BF/GR, con un área de 2205,5 ha y un porcentaje de 33,4%, seguido por el MCPEN con 1914,6 ha y 29%, ubicado en las parte media y baja de la subcuenca. Este resultado se relaciona con la implementación de las diferentes prácticas de conservación y manejo de los sistemas productivos. A este proceso se vincularon en un mayor porcentaje las familias campesinas y en la medida en que los problemas de tenencia de tierra lo permitieron, se unieron familias indígenas; luego se encuentran los PL con 1259 ha, equivalentes al 19,1%; con menor predominancia se observan el BA con 573,2 ha y 8,7%, BD con 529,1 ha y 8%, mientras el HD cuenta con 111,4 ha y 1,7%. Para la cobertura de Laguna (Embalse) cuenta con la misma área 3,4 ha y 0,1%, debido a que no ha sufrido cambios en el tiempo.

---

[33]Programa Conjunto de Naciones Unidas, proyecto Integración de Ecosistema en el Macizo Colombiano, ejecutado entre 2008 al 2011 definiendo una ruta metodológica de adaptación con tres ejes: comida segura, agua segura, territorio seguro- gestión del riesgo.

[34]Proyecto del Sistema de Alertas Agroclimáticas Participativas con Custodios de Semillas. Apoyo de La Fundación Procuenca, Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P, gobierno nacional a través del IDEAM, Ministerio de Agricultura, GIZ .

[35]ASAC, Herramienta metodológica con prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima, implementada por CCAFS.

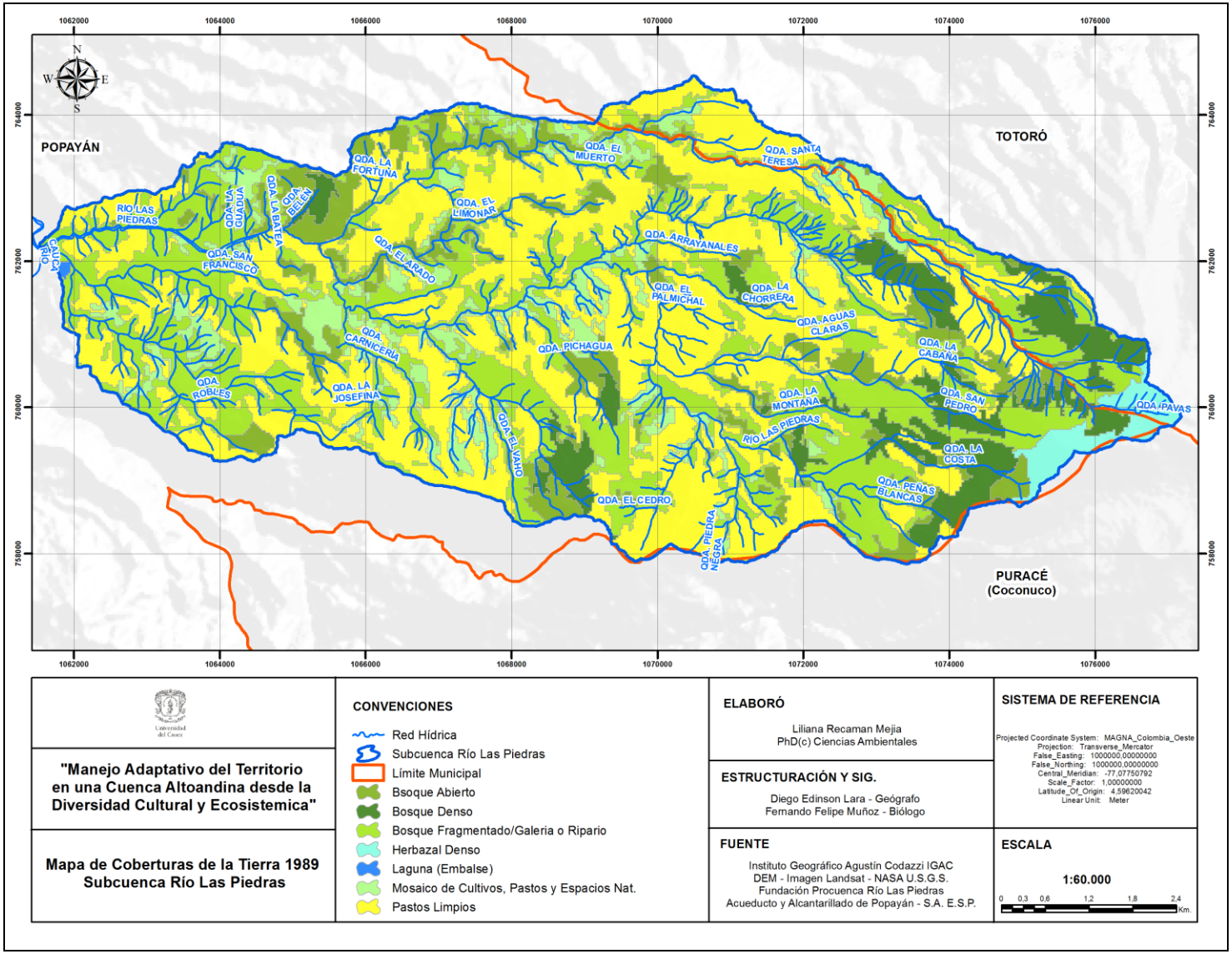


Figura 2.6. Mapa de Coberturas de la tierra 1989.

Dicho de esta manera, según las figuras 2.6, 2.7, 2.8 y la tabla 2.2, es posible determinar que el cambio más representativo del año 1989 a 2016 está dado en el MCPEN, con una ganancia de 1406 ha y 21,3%, aunado a ello el cambio de PL con una disminución de 1346 ha y 20,4%, mientras que el BD disminuyó 89 ha en razón al aumento del BA y de BF/GR, así como el aumento del MCPEN.

Cabe resaltar la persistencia del HD con un aumento de 1 ha. Resulta importante destacar cómo, al incluir en los sistemas de planificación familiar los sistemas productivos, con su optimización se pueden mantener las coberturas de protección, logrando una mayor sostenibilidad y ejerciendo una menor presión sobre ellas. Esto se refleja a su vez en el cambio significativo de las coberturas de pastos limpios, en los que para algunos sectores, el manejo de la ganadería con sistemas silvopastoriles, rotación de potreros y manejo de bebederos ecológicos, permitió que se liberaran áreas para conservar y recuperar zonas de regulación hídrica, con efectos en el mantenimiento del nivel del caudal de muchas de las microcuencas de la red hídrica que están asociadas al abastecimiento de los acueductos veredales y del Acueducto de Popayán, en la que no se han registrado durante los últimos años caudales que afecten la demanda del recurso. Se destaca a su vez, una diferencia en las zonas donde por la tenencia de tierra no se pudieron adelantar trabajos y muestran como contraste la disminución de caudales en pequeños sistemas de abastecimiento, con problemas durante las épocas secas asociados a pérdida de zonas de conservación.

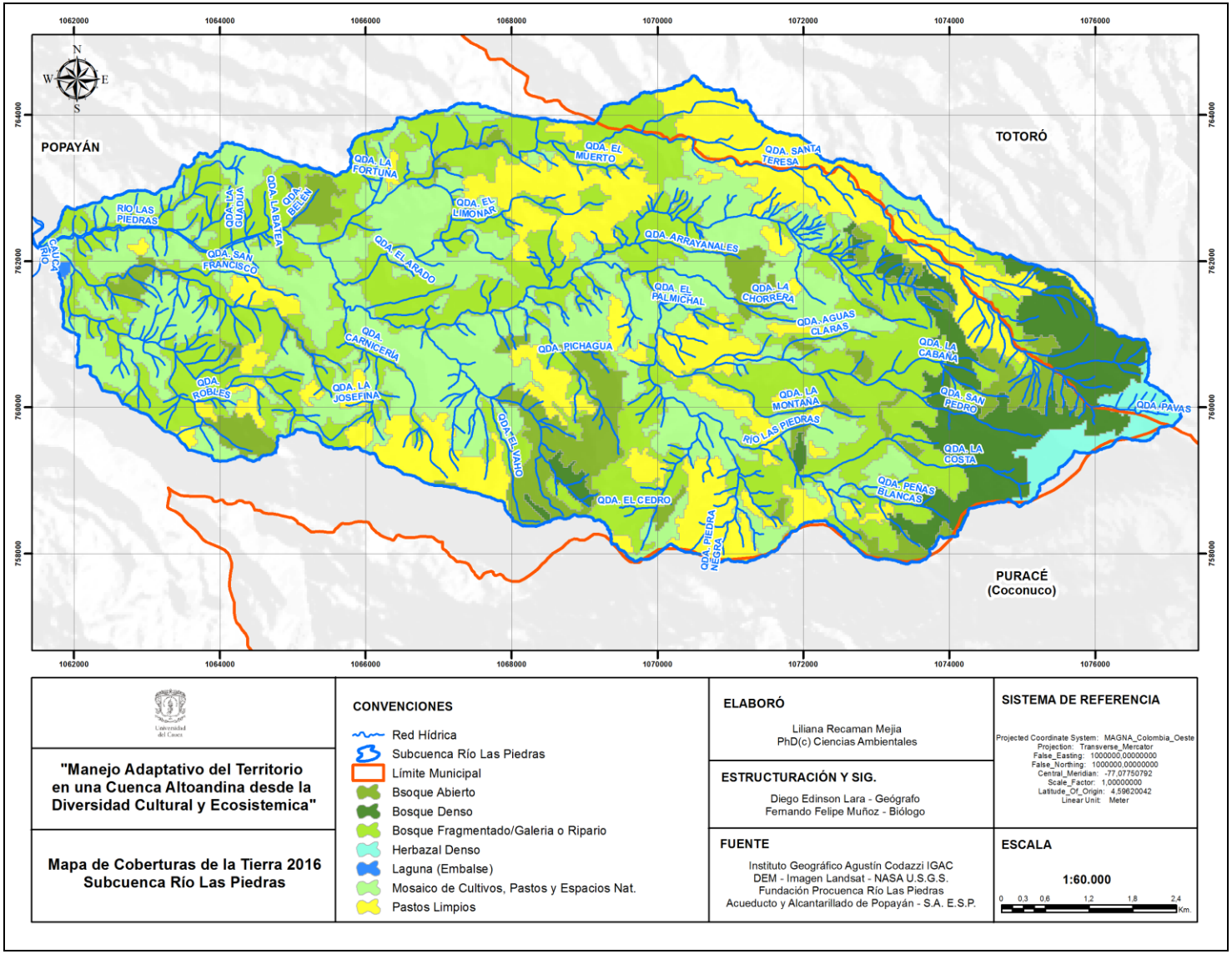


Figura 2.7. Mapa de Coberturas de la tierra 2016.

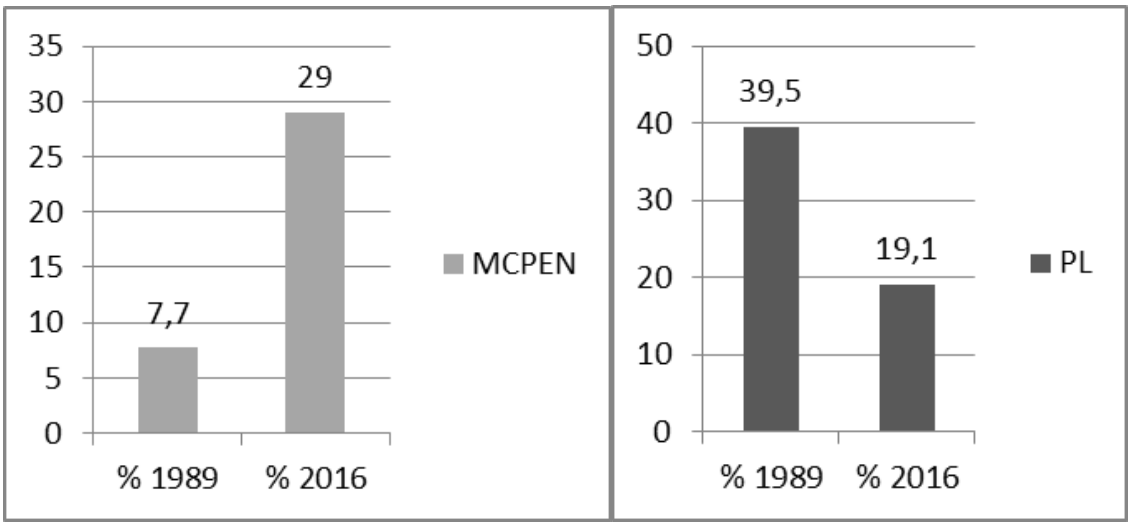


Figura 2.8. Cambios MCPEN. y PL. 1989 – 2016.

2.2.5 Análisis de Cambios en Coberturas de 1989 al 2016

Para el análisis de cambios en cobertura, se muestran los resultados de la fecha de inicio del proceso evaluado, con la información documental desde el año 1989 hasta 2016. En las figuras 2.9, 2.10 y 2.11 se muestran las principales coberturas de la tierra en la subcuenca y algunas de sus cambios en el tiempo. En el anexo 5 se muestran los resultados por décadas, mostrando los cambios del proceso. A continuación se presentan los cambios más representativos que se observan al principio y al final.

De acuerdo a las figuras 2.12 y 2.13, es posible evidenciar el cambio más significativo de PL a MCPEN con 924,4 ha, seguido del cambio de PL a BF/GR con 647,3 ha, que evidencia la recuperación de la cobertura vegetal de bosques frente a la disminución en los PL dedicados a la ganadería. Este cambio se ve representado espacialmente en la figura 2.13.

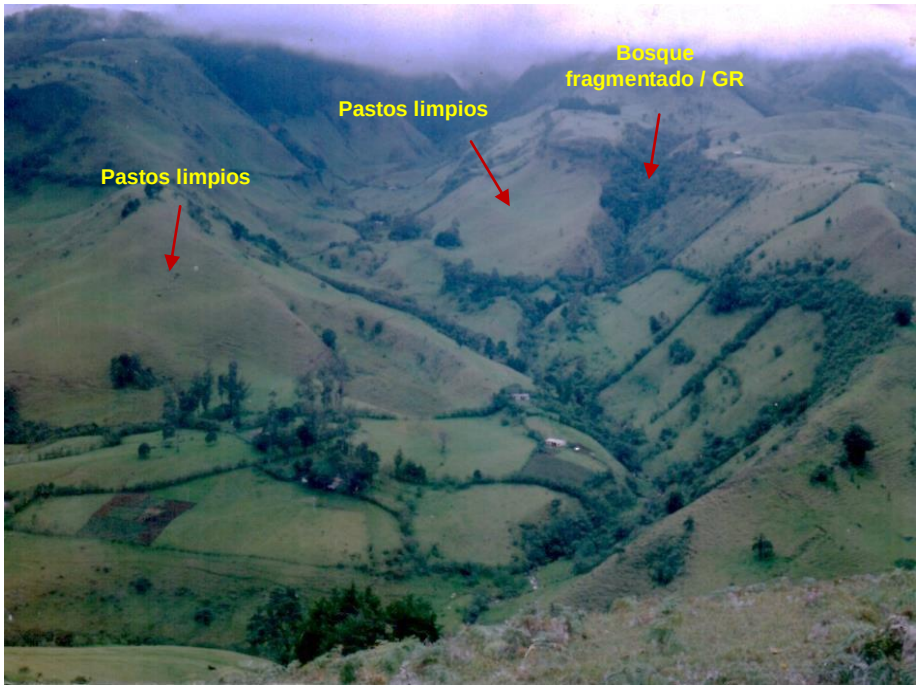


Figura 2.9. Coberturas de la tierra, vereda San Ignacio (1999).

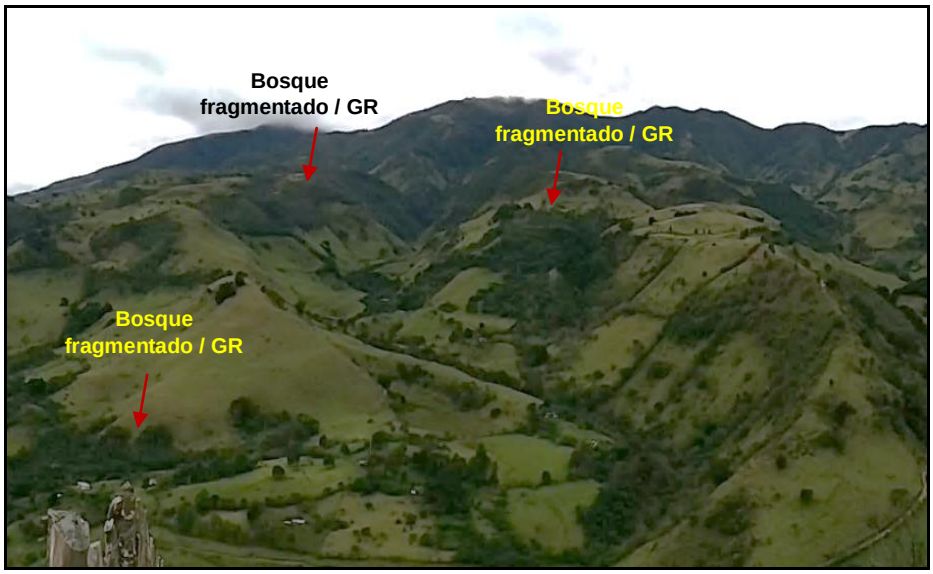


Figura 2.10. Coberturas de la tierra, vereda San Ignacio (2016).

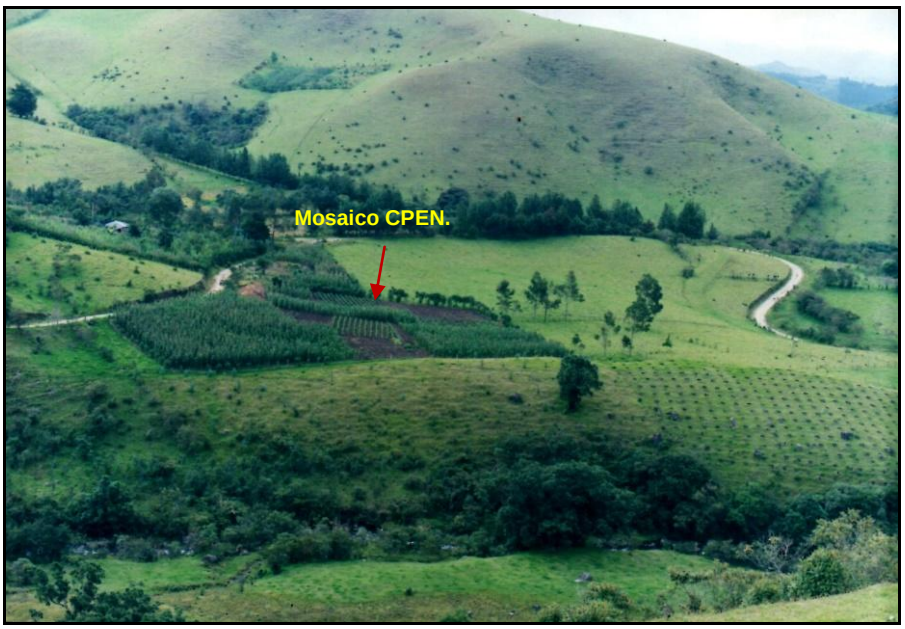


Figura 2.11. Mosaico de Cultivos y Pastos. Parcela Octaviano Lame.

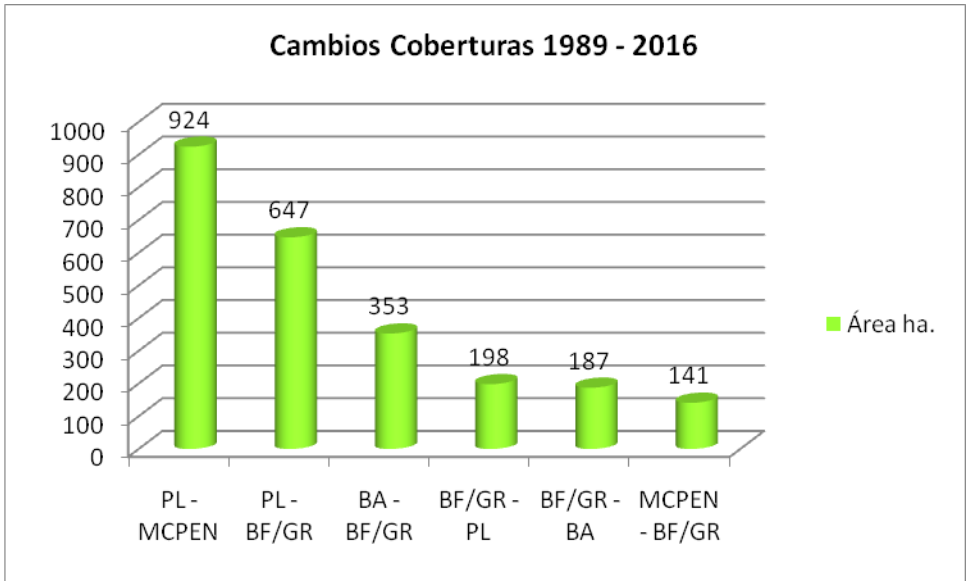


Figura 2.12. Cambios en coberturas 1989 a 2016.

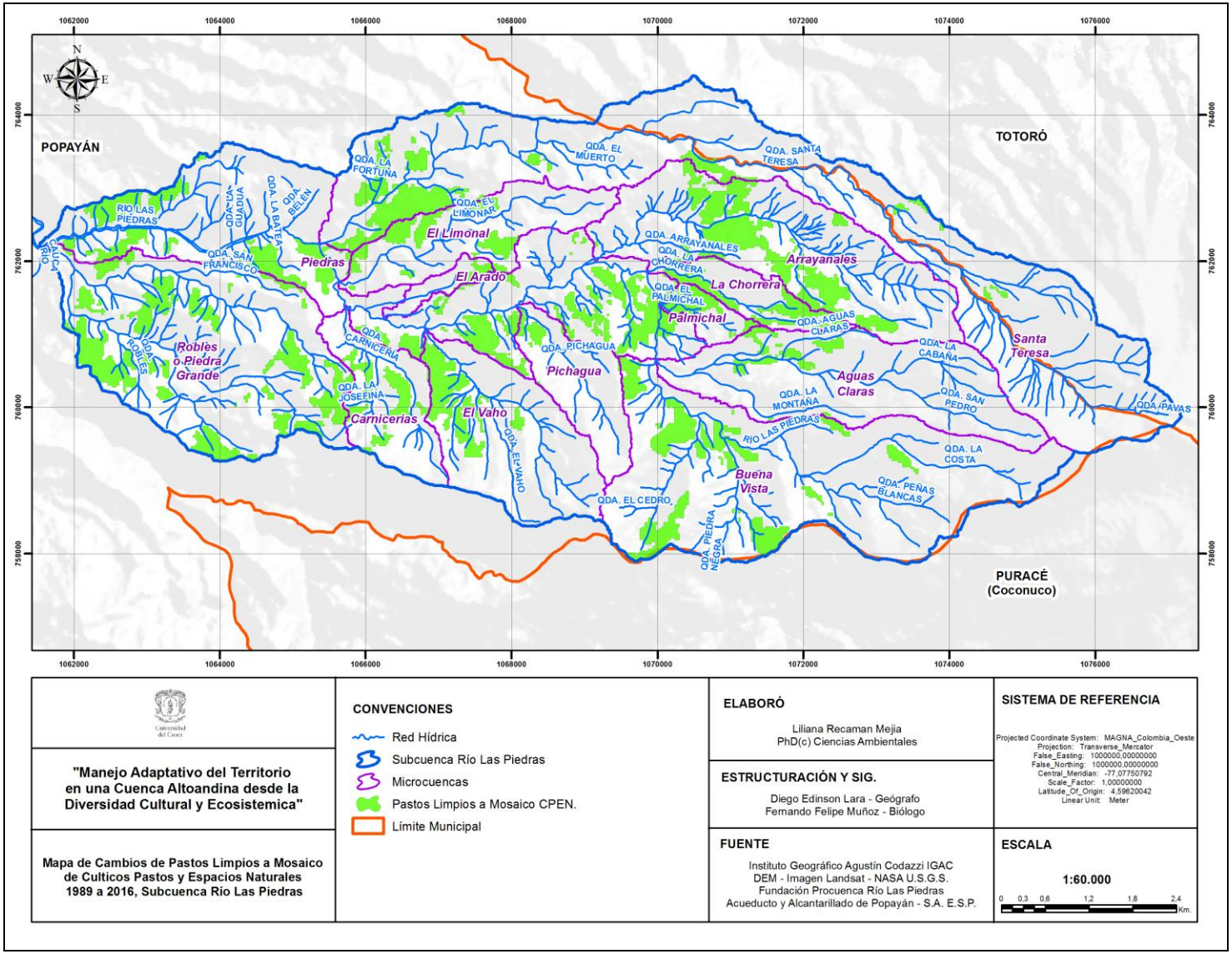


Figura 2.13. Mapa de Cambios de PL. a MCPEN. 1989 a 2016.

De otra parte, es posible identificar áreas de presión sobre las coberturas de bosque, como se observa en el figura 2.14, con un área de cambio de 353,2 ha de BA a BF/GR y de BF/GR a PL con 198,3 ha. Se observan también los polígonos de cambio en tonalidades de amarillo y naranja, distribuidos principalmente en los sectores de la microcuenca Santa Teresa, territorio donde aún persisten problemas por tenencia de tierra y presiones sobre las zonas de protección para el manejo de zonas de pastizales, tala y quema de especies de roble para la obtención de carbón.

En las microcuencas el Limonar, con influencia en el sector de la parcelación el Canelo y Robles/Piedra Grande de la vereda San Isidro, sobre los predios La Aurora, Las Piedras con influencia directa sobre el río Piedras, los cabildantes con sus tierras aún pendientes de legalizar, se han visto limitados en la participación de diferentes proyectos institucionales; es evidente la falta de planificación para explotación de sus parcelas, cuya principal actividad económica en muchos casos fue la tala del roble para obtención de carbón o el alquiler de sus tierras para cultivos de papa y lulo; en estas mismas zonas ha sido evidente la presión sobre las zonas de protección, ampliándolas para actividades agropecuarias con prácticas negativas como quemas, que en ocasiones fueron generadoras de incendios forestales que afectaron dichas coberturas de protección. En estas zonas es evidente que los procesos de planificación han sido de baja participación y muchas acciones que se han adelantado para su manejo no han tenido sostenibilidad por parte de sus actores sociales.

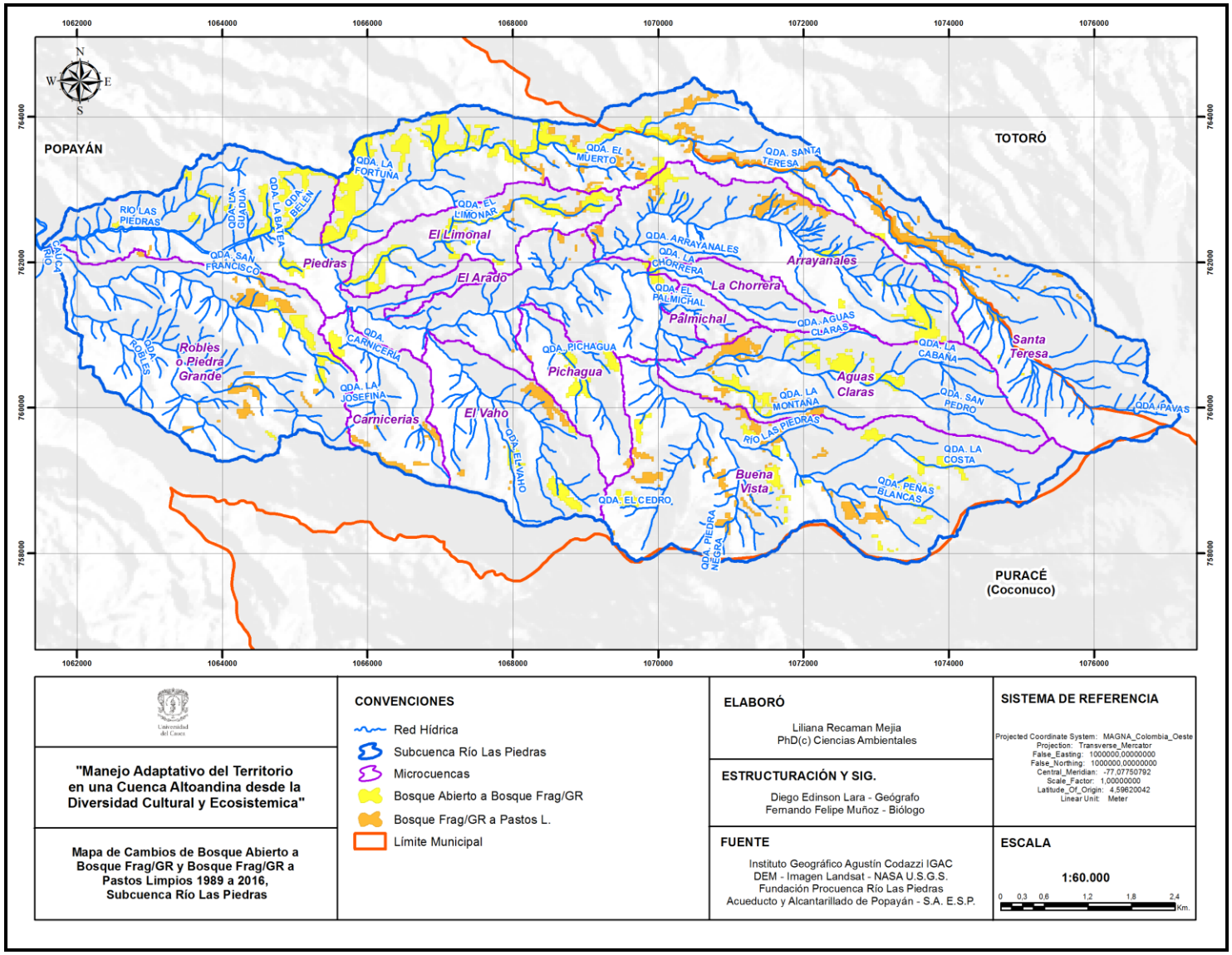


Figura 2.14. Mapa de Cambios de BF/GR a PL y BA a BF/GR 1989 a 2016.

A continuación se integran al análisis los cambios, ganancias, pérdidas y persistencia en coberturas.

El análisis de cambios en coberturas de la tierra para la temporalidad de 1989 a 2009 en las figuras 2.15, 2.16 y 2.17, permite observar un área de cambio de 863 ha de PL a BF/GR, que incluye zonas de pastos para la ganadería, relictos de bosques, bosques de protección y conservación en la red hídrica, seguido de PL a MCPEN con 478 ha, que corresponde a la asociación de pastos, cultivos (huertas caseras), áreas de protección y conservación de bosques y áreas naturales. Dentro de la dinámica de cambios, se presenta el BF/GR a PL, con 459 ha, donde se evidencia la presión de la ganadería sobre la subcuenca, situación similar al cambio de BA a BF/GR con 332 ha; de otra parte, se evidencian áreas de recuperación con los cambios de MCPEN a BF/GR con 212 ha y de BF/GR a BA con 206 ha. Además, según lasfiguras2.18 y 2.19 del análisis de ganancias, pérdidas y persistencia, es posible determinar e identificar las ganancias del MCPEN con un total de 863 ha de 1989 a 2009.

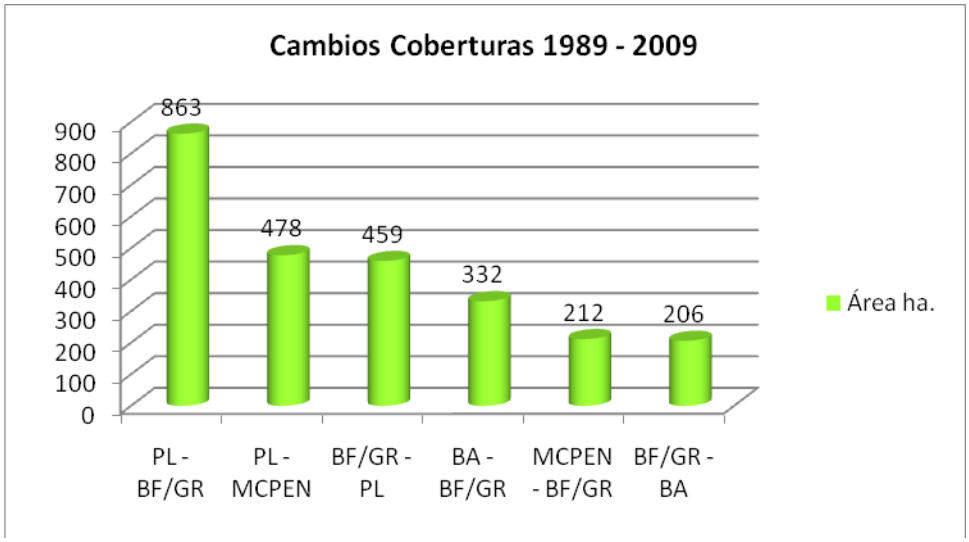


Figura 2.15. Cambios Coberturas 1989 – 2009

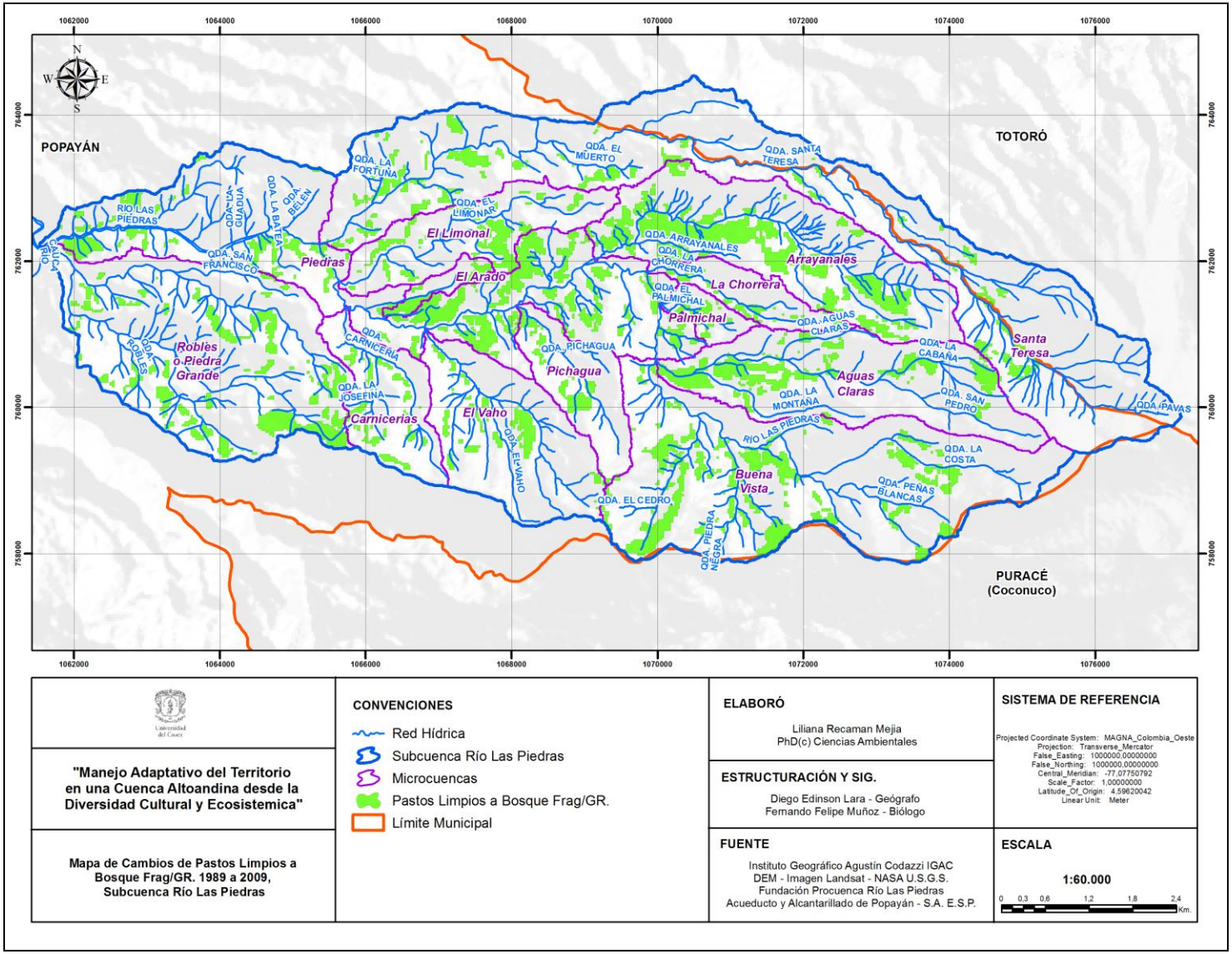


Figura 2.16. Mapa de cambios de PL. a Bosque Frag/GR. 1989-2009

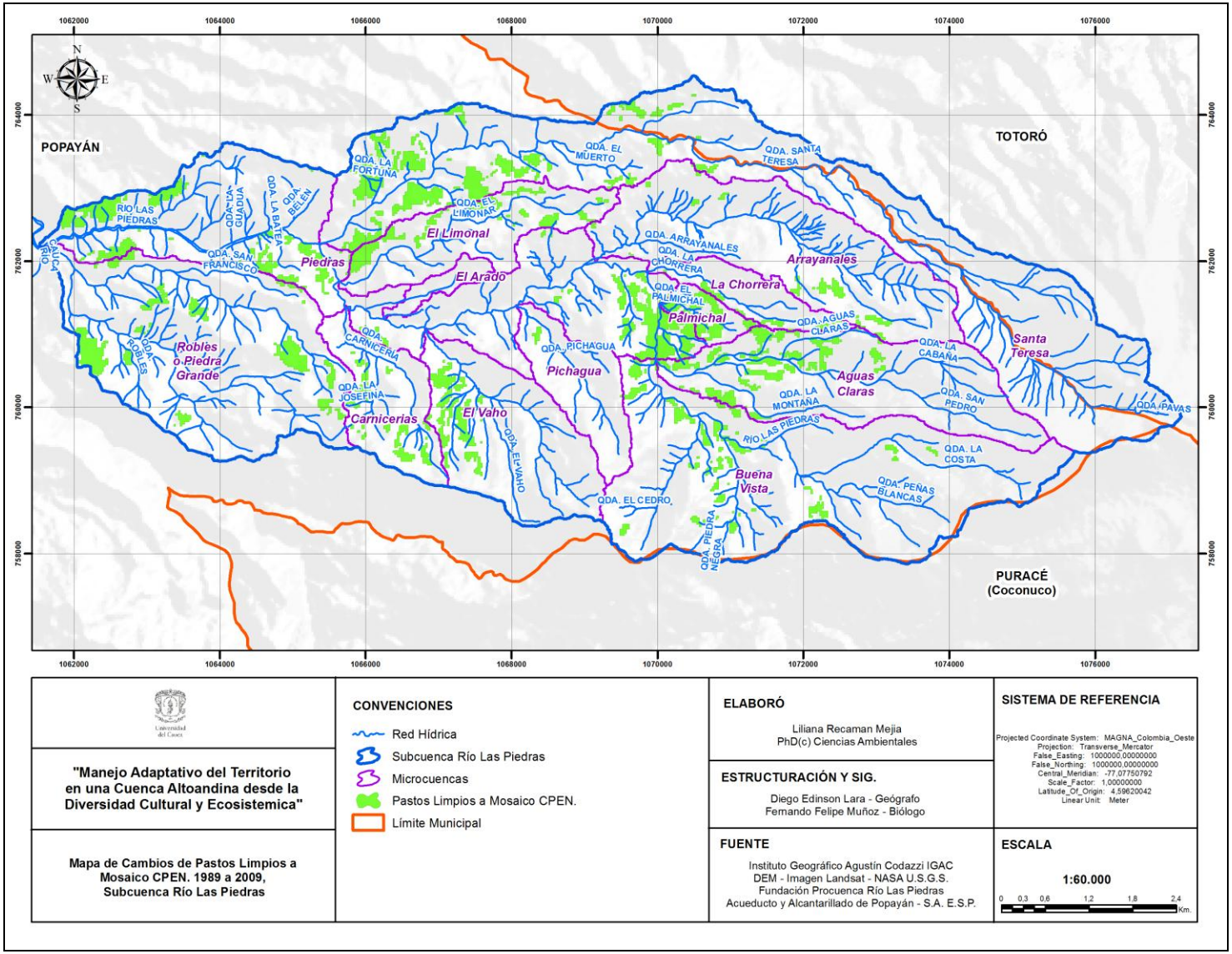


Figura 2.17.Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1989-2009.

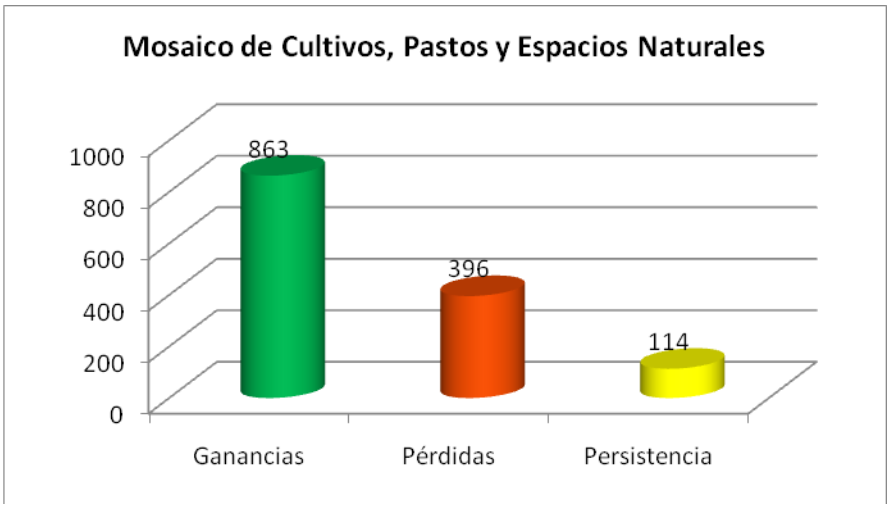


Figura 2.18. Ganancias, pérdidas y persistencias de MCPEN. 1989 – 2009

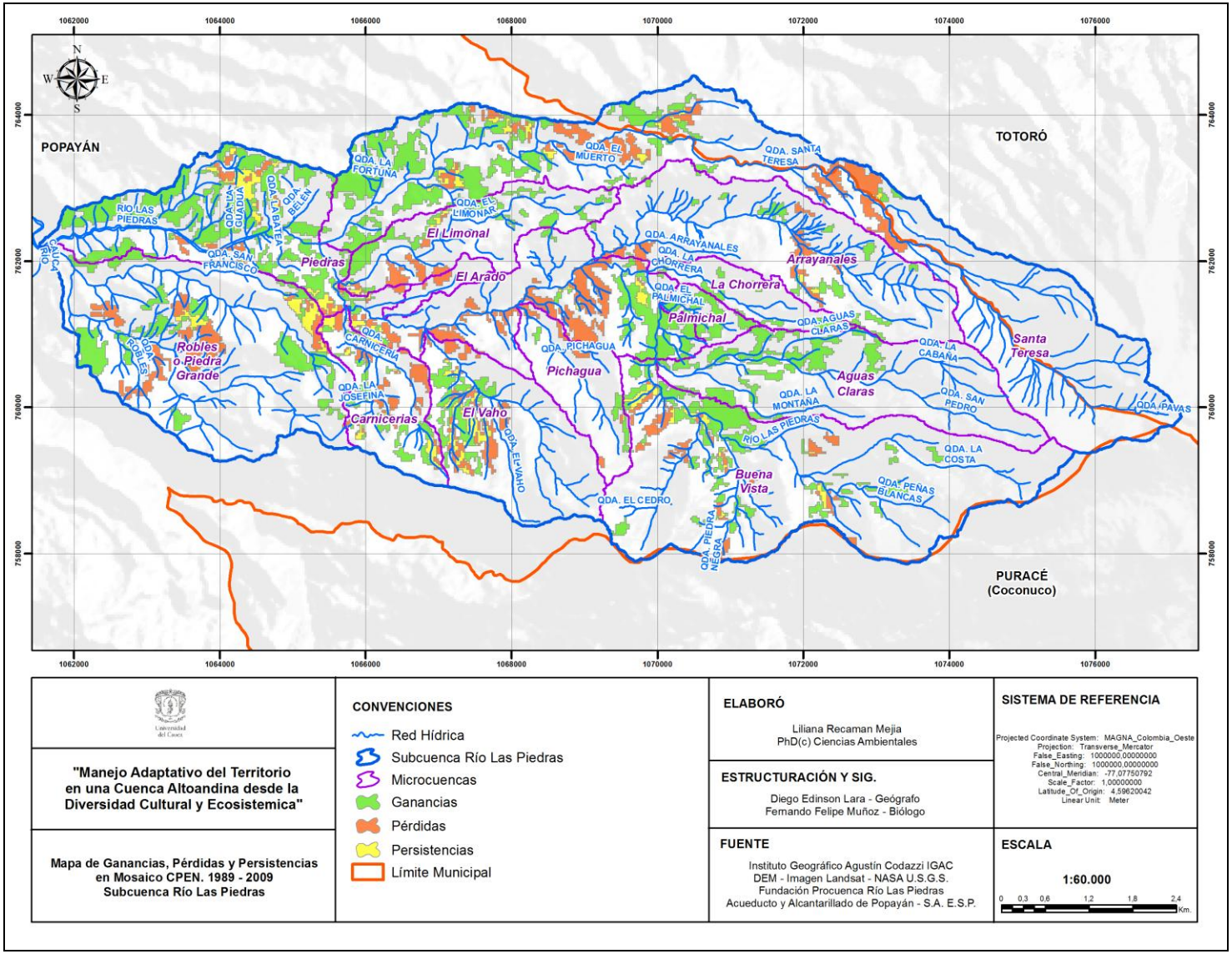


Figura 2.19. Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia de MCPEN. 1989-2009.

Para la temporalidad de 1989 a 2016, las figuras 2.20, 2.21 y 2.22presentan un área de cambio de 924 ha de PL a MCPEN, siendo este el más representativo, lo cual demuestra un aumento en la asociación de pastos, cultivos (huertas caseras), áreas de protección y conservación de bosques y áreas naturales; seguidamente se observa el cambio de PL a BF/GR con 647 ha, que se ven representadas en zonas de pastos para la ganadería, relictos de bosques, bosques de protección y conservación en la red hídrica de la subcuenca.

De otra parte, se evidencian cambios de BA a BF/GR con 353 ha y BF/GR a PL con 198 ha, a causa de la presión en los ecosistemas naturales. También se presenta el cambio de BF/GR a BA con 187 ha y MCPEN a BF/GR con 141 ha, como parte de los procesos de recuperación y conservación de las áreas de bosques. De la misma manera, el análisis de ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN, arroja una ganancia de 1647 ha del año 1989 a 2016, según las figuras 2.21 y 2.22.

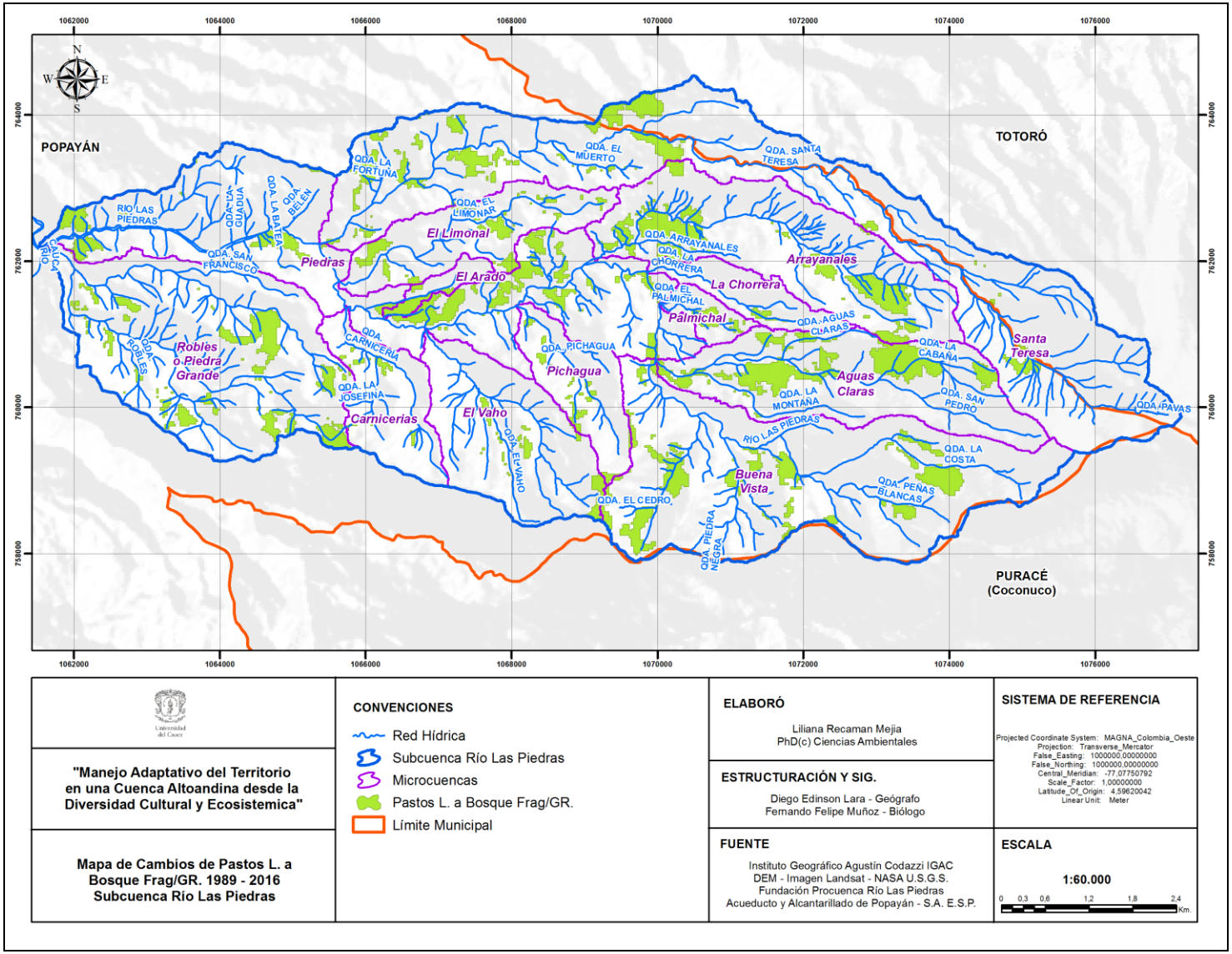


Figura 2.20. Mapa de cambios de PL a Bosque Frag/GR 1989-2016.

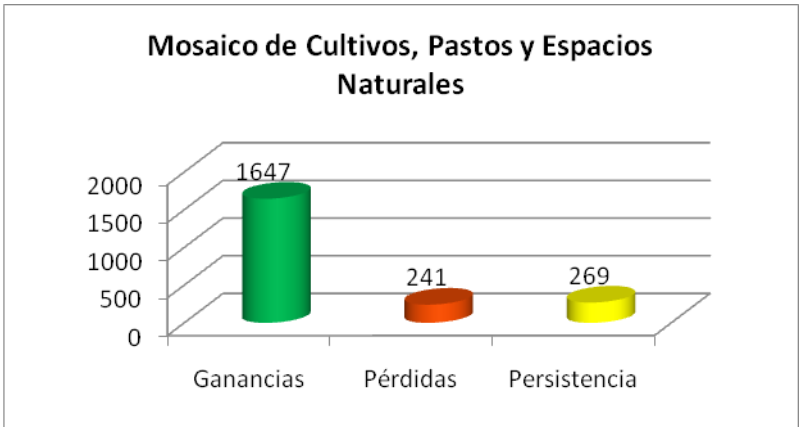


Figura 2.21. Ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN1989 – 2016

Los resultados descritos están relacionados, como ya se mencionó, con el conflicto de la tenencia de la tierra, la cual ha marcado las tensiones sociales en el territorio y ha influido en los procesos de gestión y manejo del mismo.

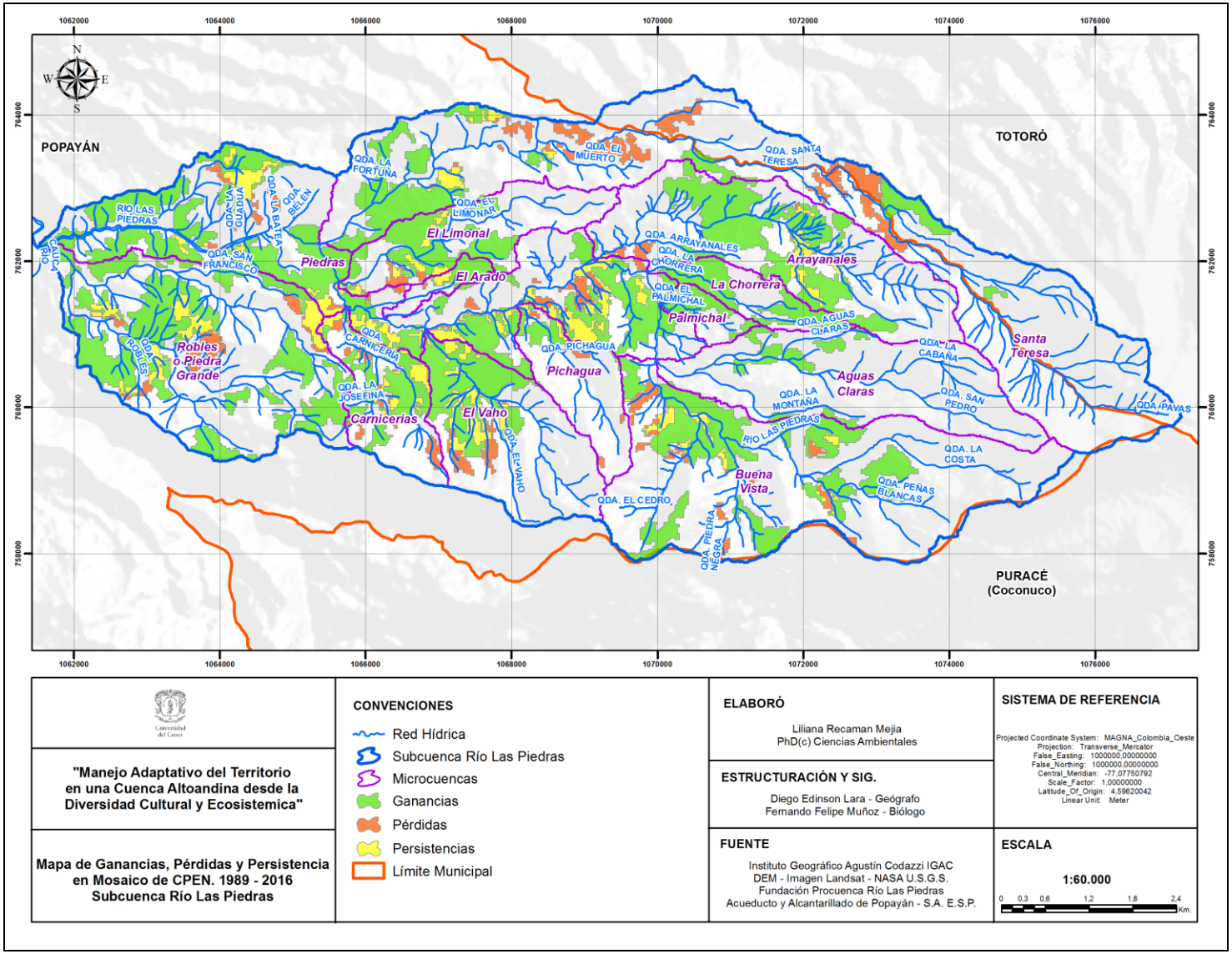


Figura 2.22. Mapa ganancias, pérdidas y persistencia de MCPEN 1989-2016.

2.2.6 Conflicto Tenencia de la tierra 1989 a 2017

Para 1989, el territorio estaba sometido a una fuerte dinámica por un conflicto territorial entre comunidades indígenas, campesinas y propietarios de fincas, el cual seguía en aumento para los períodos de 1999 al 2005; sin embargo, las negociaciones entre el gobierno nacional, actores comunitarios indígenas, acuerdos con las comunidades campesinas y propietarios particulares, permitieron una disminución en esta problemática, permitiendo avanzar en el manejo de la subcuenca.

Fue relevante la firma del Pacto de Paz y Convivencia, que se convirtió en un referente en la negociación, en la resolución de conflictos y en los procesos de fortalecimiento de la gobernanza de los actores sociales**.** Durante los años 2007 al 2011, se avanzó significativamente en nuevas soluciones por la problemática de tenencia de la tierra, favoreciendo a las comunidades indígenas y algunas familias de Asoproquintana por la compra de sus tierras. La resolución de problemática de tenencia para los otros actores campesinos no ha sido resuelta y forma parte de las tensiones que hoy persisten. Sin embargo el proceso de cambio en la resolución de conflictos permitió a su vez mejorar la intervención a nivel interinstitucional y nuevas concertaciones para la gestión. El análisis de tenencia de tierras comprendido en el periodo de 1989 a 2017 arrojó los siguientes resultados:

En la tabla 2.4, figuras 2.23 y 2.24, para 1989 se identificaron 47 predios en conflicto de tenencia con área de 3586,1 ha, que representaban el 54,4% del área total de la subcuenca. En la figura 2.25 se observan en tonalidades de rojo los predios en conflicto, que evidencia la fuerte presión del conflicto sobre el territorio.

En las figuras 2.25, 2.26, 2.27, 2.28 se observa cómo en los años 2007, 2014 y 2017, el conflicto disminuye significativamente, quedando para el 2017 en 1129,9 ha, equivalente a un 17,1%; se pueden observar en coloración roja. Estos predios se encuentran en negociación entre el gobierno y las comunidades indígenas. A su vez, la figura 2.28 destaca en color amarillo un predio que no tiene procesos de concertación y representa en el territorio fuente de trabajo para las comunidades y

enfrentamientos entre comunidades campesinas e indígenas. Cabe resaltar que el área sin conflicto de tenencia de la tierra, pasó de 45,6% en 1989 a 82,9% en 2017.

TEMPORALIDAD	N° PREDIOS	ÁREA CONF. Ha.	% CONF.	ÁREA SIN CONF. Ha.	% SIN CONF.	TOTAL Ha.
1989-1999	47	3586	54	3010	46	6596
2000-2010	26	1579	24	5017	76	6596
2011-2014	13	1675	25	4921	75	6596
2016-2017	6	1130	17	5466	83	6596

Tabla 2.4. Conflicto en tenencia de la tierra por temporalidades.

Si bien es clave el avance, es preocupante para el sector campesino que no existen claras soluciones de reforma territorial que permitan acceder a las tierras que demandan para sus comunidades, debilitando la gobernanza en el territorio. Algunas de las reflexiones que al respecto se pueden realizar, es que el sector campesino tiene menores posibilidades de negociación que el sector indígena, quienes a través del reconocimiento de las diferentes leyes que los rigen, logran mayores beneficios socioeconómicos y de autonomía territorial.

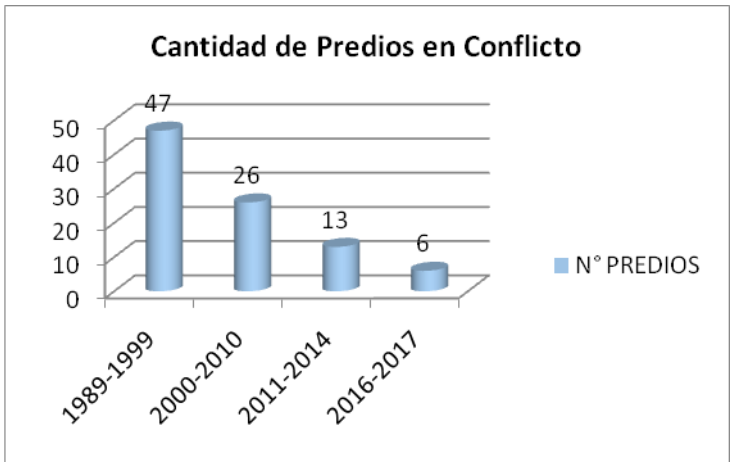


Figura 2.23. Cantidad de predios en conflicto por temporalidades.

Figura 2.24. Porcentaje de predios en conflicto por temporalidades.

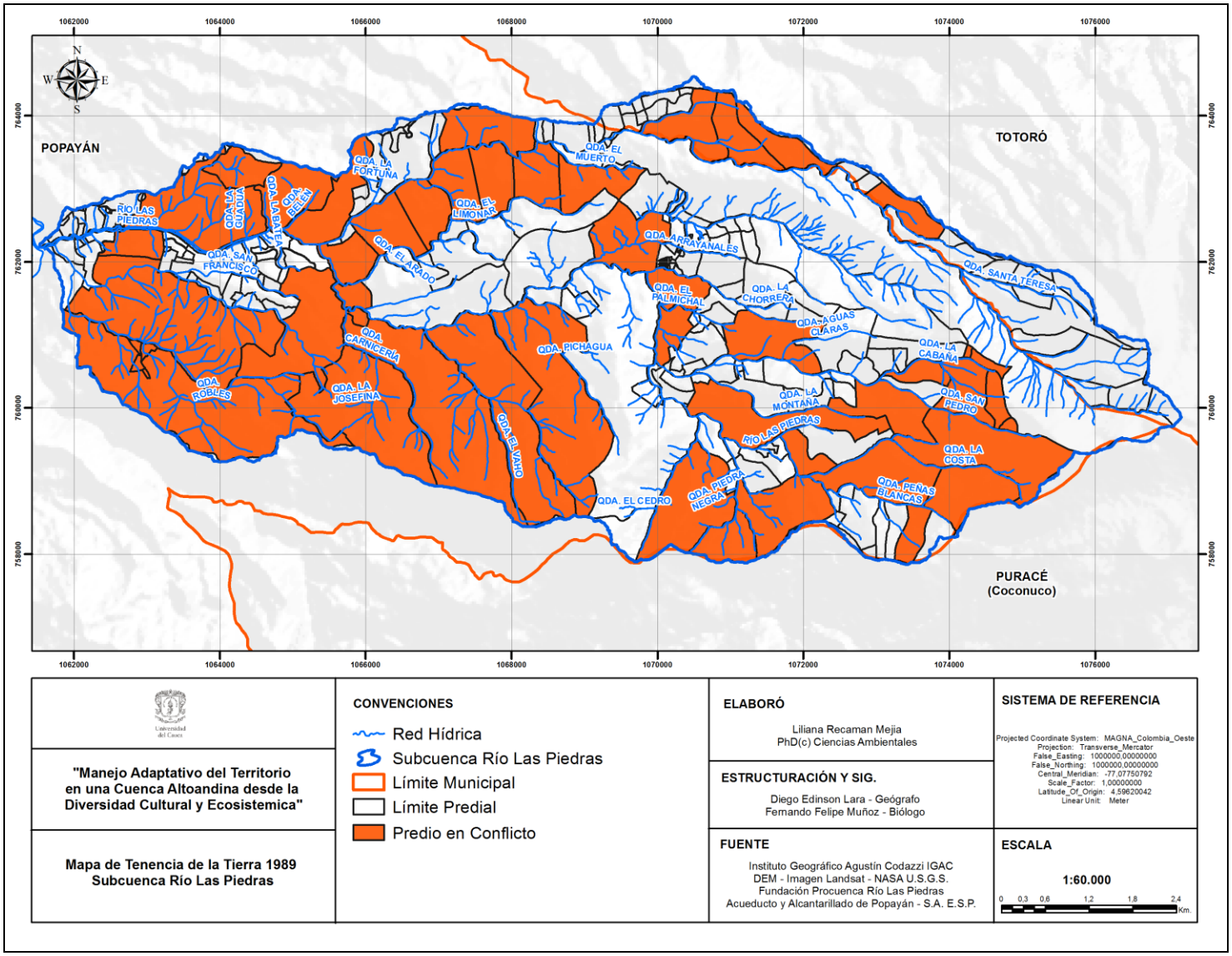


Figura 2.25. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 1989.

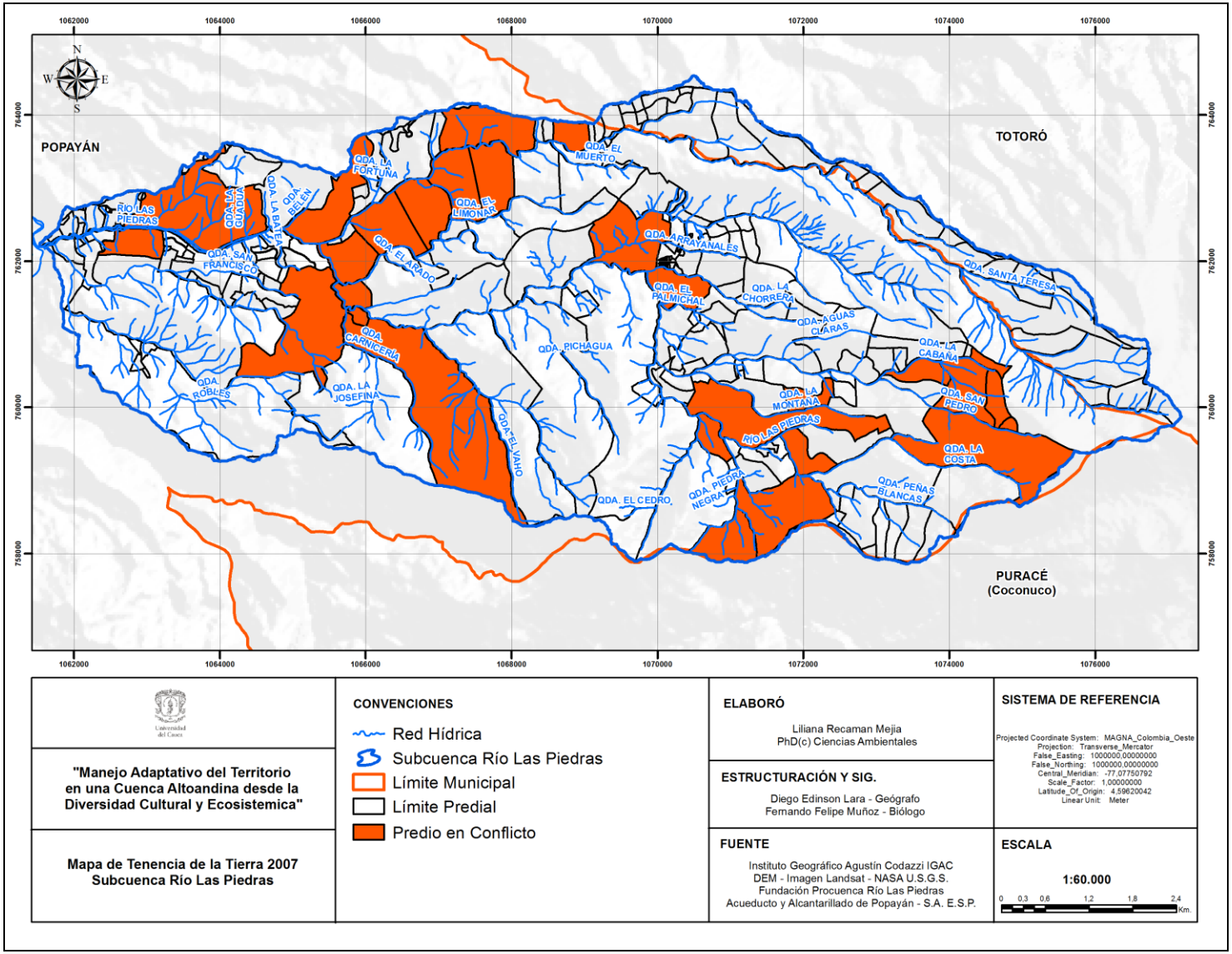


Figura 2.26. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 2007

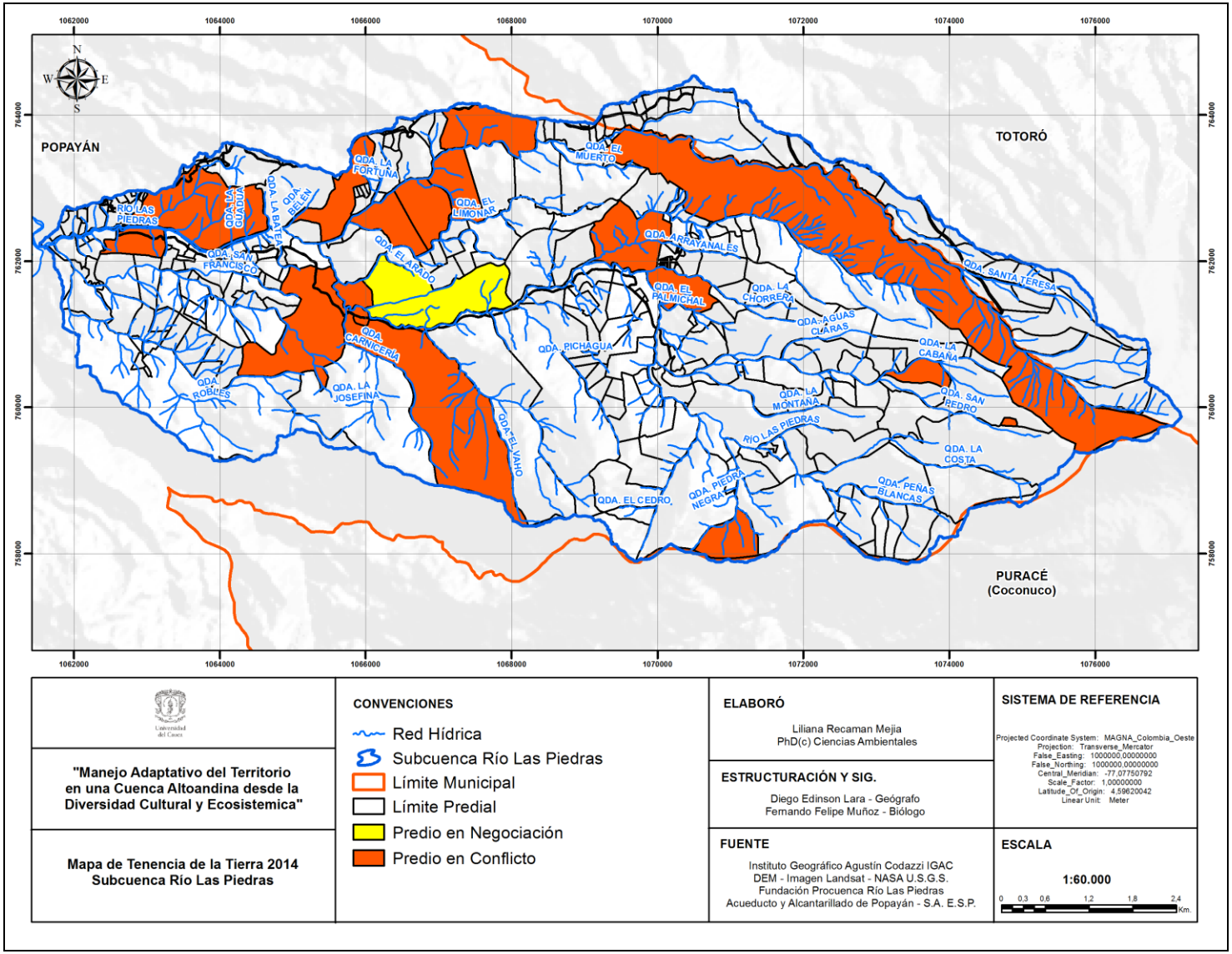


Figura 2.27. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 2014

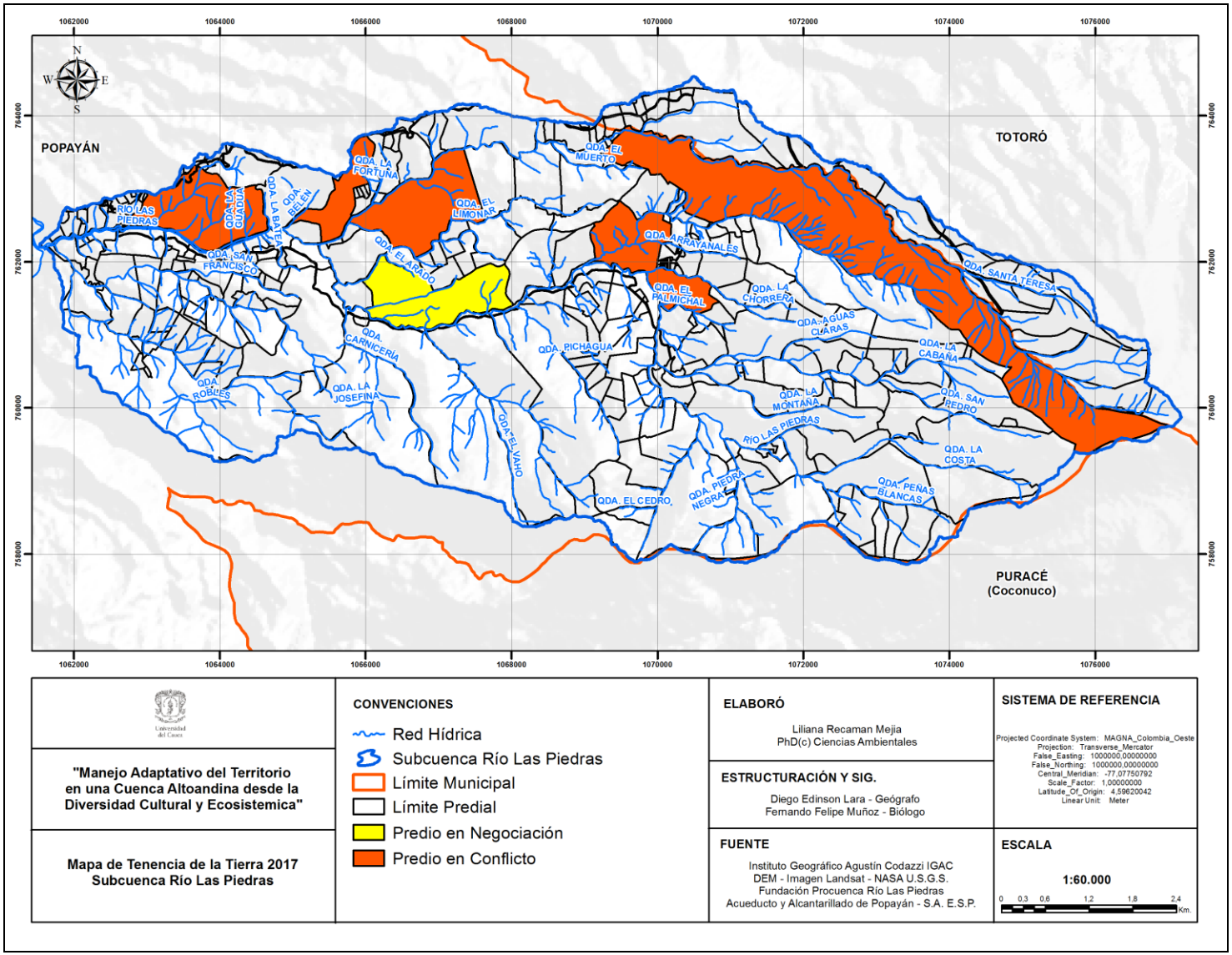


Figura 2.28. Mapa de predios en conflicto por tenencia de tierras 2017

Un resultado importante que se resalta en este ejercicio, es que a través de la investigación se logró especializar el conflicto, haciendo relación con la tabla de atributos del sistema de información geográfico, la cual se puede analizar en el anexo 6.Lo anterior también permite otro resultado importante, y es poder definir en la distribución del territorio, la gobernanza de los actores sociales (tabla 2.5 y figuras 2.29 y 2.30).

GOBERNANZA TERRITORIAL	ÁREA %
CABILDO QUINTANA	44,2%
COMUNIDADES CAMPESINAS Y OTROS PROPIETARIOS	28,9%
CABILDO PURACÉ	15,5%
RESERVA NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL – GRUPOS CAMPESINOS	6,0%
EN NEGOCIACIÓN (CAMPESINA-INDÍGENA)	3,8%
ÁREAS DE INTERÉS AMBIENTAL	1,7%

Tabla 2.5. Gobernanza territorial 2016.

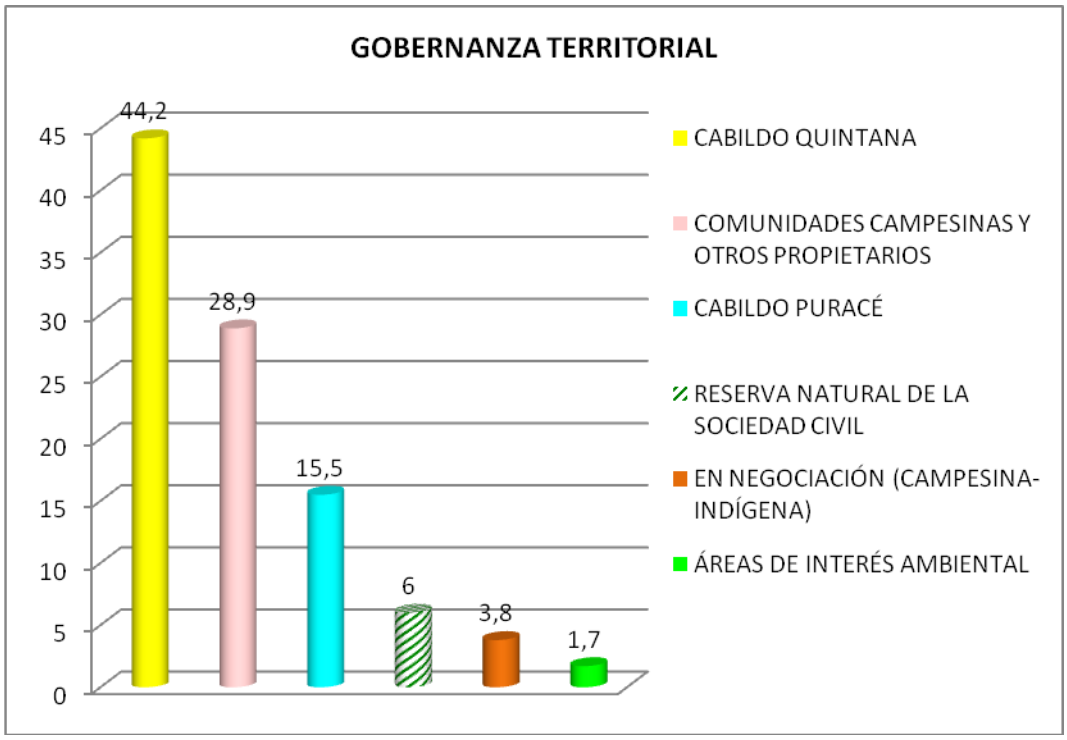


Figura 2.29. Gobernanza territorial 2016.

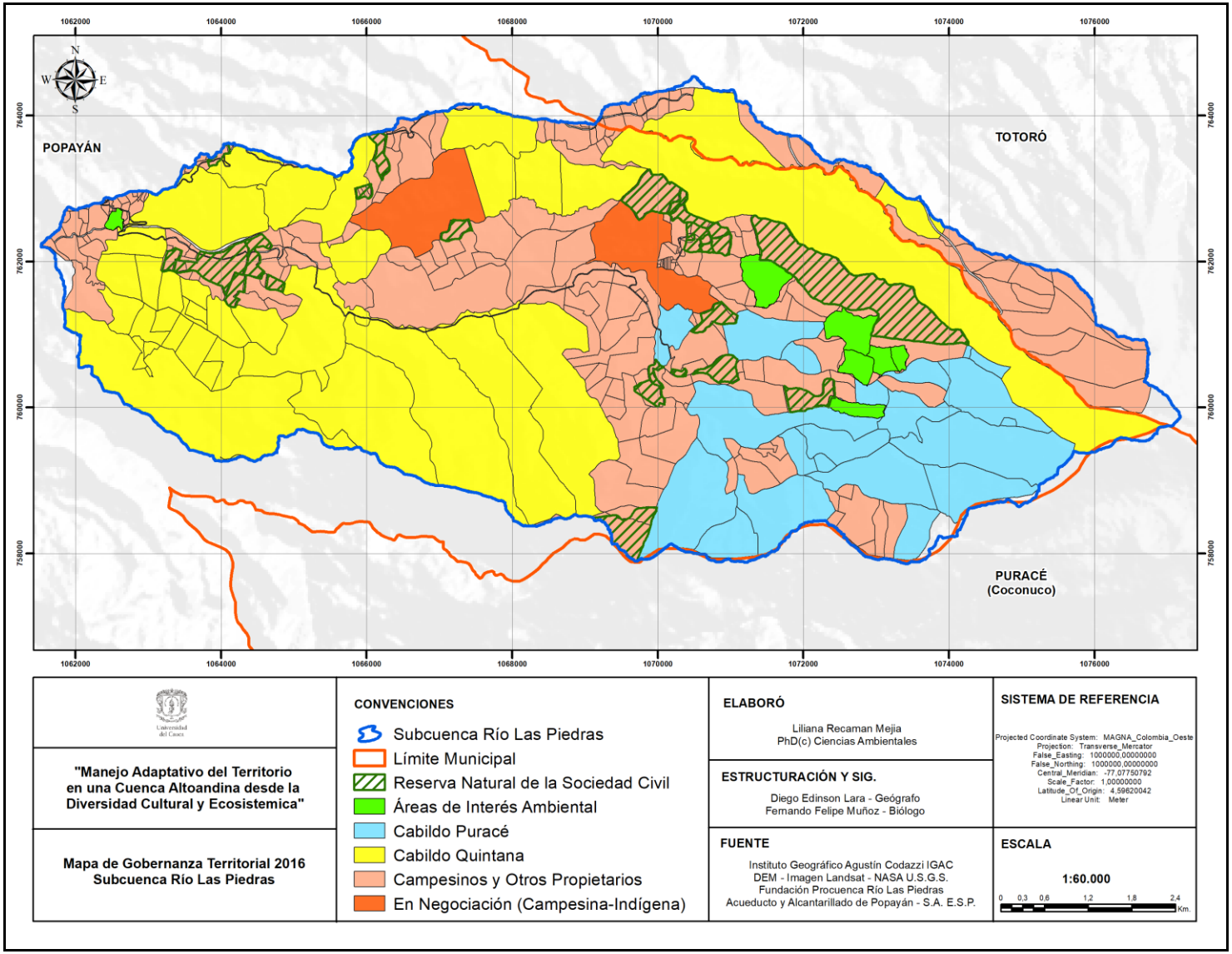


Figura 2.30. Mapa de Gobernanza Territorial 2016.

Estos resultados muestran cambios significativos en el manejo y el direccionamiento de políticas internas de los actores sociales comunitarios, en las que tiene alta incidencia la autonomía de las comunidades indígenas, las cuales entran en conflicto en muchas ocasiones con las comunidades campesinas, de la misma manera con los predios que se han adquirido para conservación por parte del municipio de Popayán y la empresa de Acueducto a través de las áreas de interés ambiental, ya que consideran es una intromisión del Estado en sus territorios.

Sin embargo, estas áreas que fueron anteriormente reservas de la sociedad civil de comunidades campesinas, han tenido una función netamente de conservación y han permitido un importante aumento en las coberturas y por ende de regulación hídrica en las microcuencas de Aguas Claras, La Chorrera y Arrayanales; son manejadas por comunidades campesinas de Asocampo a través de convenios interinstitucionales y actualmente son tema de discusión entre los actores sociales, ya que las comunidades indígenas quieren tomar posesión de ellas para ampliación de sus resguardos; sin embargo, se reconoce el impacto que ha tenido sobre el ecosistema al dejar de ser parte de procesos de explotación ganadera en ecosistemas frágiles por altas pendientes.

Otro aspecto que vale la pena destacar en estos resultados, es la importancia que representa para las comunidades campesinas la Red de Reservas de la comunidad civil, en las que también se resalta la importancia de los procesos de conservación, ecoturismo y fortalecimiento organizativo en el territorio. Es importante concluir que, dada la complejidad de las particularidades de los actores sociales frente al manejo del territorio en la subcuenca Piedras, es necesario seguir propiciando los espacios de relacionamiento y buena convivencia para evitar la ruptura del pacto de paz y convivencia, que a pesar de sus tensiones, se mantiene desde el año 2002 y que ha permitido superar conflictos y continuar con el desarrollo de los proyectos en la región.

Se resalta el fortalecimiento de capacidades comunitarias en la cogestión de proyectos direccionados hacia la adaptación al cambio y variabilidad climática, lo que muestra la importancia de que el relacionamiento entre actores sociales comunitarios e institucionales debe seguir manteniéndose y ajustándose a las dinámicas de

cambios de factores tanto internos como externos, que hacen repensar el territorio y su manejo adaptativo.

2.2.7 Servicios ecosistémicos y ambientales

Con el fin de integrar la relación de los diferentes subsistemas mencionados, se resume en la figura 2.31 una descripción de las principales interrelaciones propias del caso de estudio.

La optimización de los servicios ecosistémicos, permite obtener una mejor respuesta del socioecosistema. Con el fin de referenciar de qué manera los actores sociales, en este caso representados por el sector campesino, percibían la importancia de su entorno ambiental representado en los servicios ecosistémicos y los beneficios potenciales, se realizaron talleres participativos con las comunidades de Asocampo y Red de Reservas en coordinación con el grupo de investigaciones de la Universidad del Cauca GEA[36].

Los beneficios que proveen las cuencas hidrográficas a los seres humanos son variados; en la actualidad, su análisis y clasificación se realiza desde diferentes perspectivas. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005)relaciona el crecimiento de las economías y el bienestar del hombre, demostrando la fuerte relación y dependencia de las poblaciones humanas con los beneficios que proveen los ecosistemas. Las investigaciones sobre estos beneficios, denominados servicios ecosistémicos, se han desarrollado a un ritmo acelerado y más aún para Latinoamérica, por ser una de las regiones con mayor disponibilidad hídrica y megadiversidad del planeta, pero que presenta una alta fragilidad ecológica y social frente cambios en el ambiente, exigiendo que el desarrollo de esas investigaciones acerca de las interacciones entre los sistemas humanos y la naturaleza (Su *et al.,* 2012).

[36]Estos trabajos fueron realizados en la investigación doctoral en el marco del proyecto: optimización del esquema de negocios de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S. A E.S.P , modelo de gestión integral del recurso hídrico para la competitividad con corresponsabilidad social id: 502 con Colciencias. Recaman *et al.*, 2012

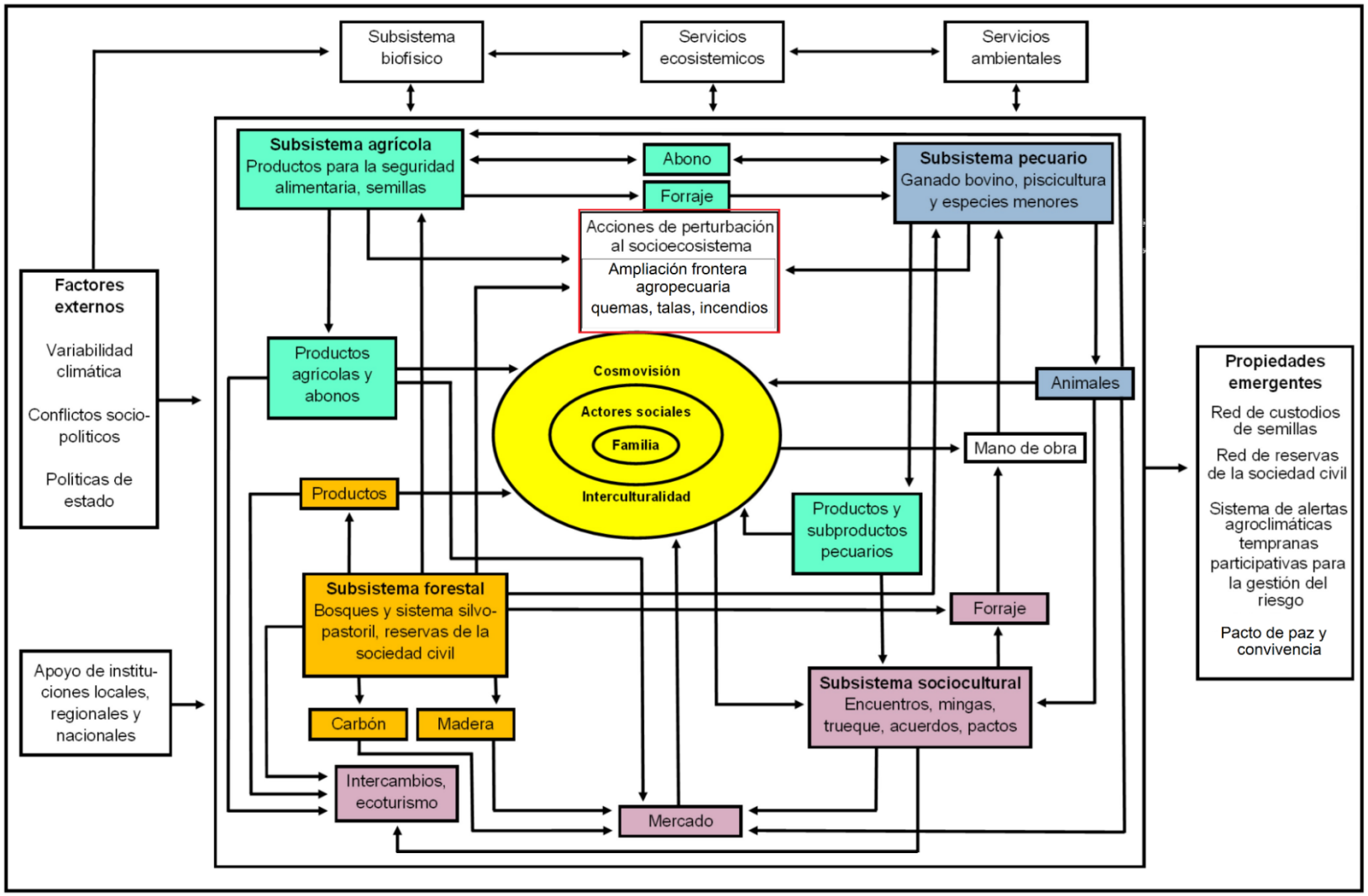


Figura 2.31. Socioecosistema Piedras y su relación con los servicios ecosistémicos y ambientales. Adaptado de Astier *et al.*(2008).

El concepto de servicios ecosistémicos surge para dar respuesta a una de las controversias de la crisis ambiental mundial, del despertar de las conciencias ecológicas y de los cuestionamientos acerca de la existencia de límites asociados a la capacidad de soporte y asimilación de la naturaleza, aspecto que aún no ha podido integrarse en la mentalidad colectiva que aún cree en la abundancia de recursos y servicios para el consumo de la población (Balvanera & Avalos, 2007; Pérez *et al.*, 2010).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) los define como "aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas"; es decir, se convierten en servicios en el momento en que las personas inician su aprovechamiento de forma directa o indirecta. Son beneficios directos cuando hacen referencia a los servicios de aprovisionamiento y de regulación, e indirectos cuando se asimilan a la cultura. Este último servicio ha generado una serie de confusiones de carácter conceptual, ya que se veía como los servicios necesarios para producir todos los demás; debido a lo anterior, existe una tendencia creciente a no considerarlo en forma separada y agruparlo con los servicios de regulación por un lado y con las propiedades ecosistémicas por el otro (Carpenter *et al*., 2009).

En Colombia, el amplio uso actual de estos servicios (en algunos casos sobre-explotación), obliga a la sociedad a gestionar procesos conservación, restauración y mantenimiento de los ecosistemas que los proveen, como la alta montaña, priorizando su valor para el bienestar del ser humano. El proyecto Integrado de Adaptación Nacional (INAP), ha establecido para los ecosistemas de alta montaña y de páramo los servicios ecosistémicos que se relacionan en la tabla 2.6.

Servicio de suministro o aprovisionamiento	
Proporcionados o producidos por los ecosistemas; pueden aprovecharse directamente por los seres humanos	Alimento, medicinas, materiales construcción, agua dulce, recursos genéticos
Servicio de regulación	
Derivados de la regulación de los procesos ecosistémicos	Regulación del aire, del clima e hídrica, cantidad, calidad y capacidad de retención de agua, recarga de agua freática, reducción de riesgos y amenazas naturales (inundaciones, incendios, etc.), control de erosión, secuestro y almacenamiento de carbono, regulación de enfermedades, control biológico y polinización de plantas útiles, eliminación de necromasa

	y desechos. Hábitat para animales de importancia económica o simbólica. Algunos autores incluyen aquí a la capacidad de los sistemas de absorber perturbaciones (resistencia) o de recuperar su capacidad funcional (resiliencia) luego de sufrirlas (Casanoves, Pla, & Di Rienzo, 2011)
Servicio Cultural	
No materiales que enriquecen la calidad de vida	Sustento de la identidad cultural, fuente de conocimiento, valor simbólico asociado al control social, generación de bienestar (buen vivir), fortalecimiento de la cohesión social, valor estético y religioso, patrimonio cultural, recreación y turismo

Tabla 2.6. Servicios ecosistémicos identificados por las comunidades.

Desde el socioecosistema se recibe una serie de bienes y servicios ecosistémicos, que deben ser administrados de manera que puedan ser sostenidos en el tiempo. Los servicios ecosistémicos sobre los que se ha trabajado más en profundidad y se piensa potenciar son los servicios de Suministro o aprovisionamiento, de Regulación y Culturales.

En las tablas 2.7 y 2.8 se presenta la percepción de las comunidades sobre la problemática, factores que los han afectado y la forma como lo veían antes, ahora y en el futuro. Este trabajo estuvo acompañado por la elaboración de una matriz DOFA, con el fin de analizar los principales componentes que influyen en el territorio, información que puede ser analizada en el Anexo 1. Los resultados de la matriz permitieron priorizar las principales problemáticas, sus causas y consecuencias, preguntas para analizar la relación de los servicios ambientales y la importancia de las especies vegetales (Tabla 2.9), análisis de las percepciones y cambios del agua en el territorio (Tabla 2.10), análisis de transformaciones relacionando los servicios y la descripción de las transformaciones (Tabla 2.11), los servicios ambientales clasificados según la visión comunitaria (Tabla 2.12) y posterior análisis de la importancia de los servicios ambientales para poder proyectar una propuesta que permita desarrollar una herramienta para el pago por servicios ambientales.

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	CONSECUENCIAS
No existe un fondo de compensación por los servicios ambientales		
Saneamiento Básico	No hay los suficientes recursos económicos para implementarlo	Contaminación del recurso hídrico, afecta la calidad del agua. Problemas salud.
Venta de las reservas de la sociedad civil al Municipio	Poco sentido de pertenencia y no valorar lo suficiente el territorio y	Pérdida de territorio campesino.

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	CONSECUENCIAS
	los recursos naturales	
Falta de soluciones de vivienda	Carencia de los recursos económicos	Disminuye la calidad de vida.
Disminución y contaminación del recurso hídrico	Deforestación, quemas, ampliación de áreas productivas agropecuarias. Personas ajenas a la comunidad vienen a bañarse al río y adicionalmente dejan basuras	Deterioro del recurso.

Tabla 2.7. Problemáticas priorizadas socioambientales en el área de interés. Fuente: Asocampo

PROBLEMATICAS	CAUSA	CONSECUENCIAS
Aún se necesita trabajar en procesos de educación y sensibilización ambiental	No se inculca la educación ambiental desde temprana edad	Manejo irresponsable de los recursos naturales.
Tala indiscriminada de bosques	Escasos medios de subsistencia	Escases de alimento para humanos y animales. Desequilibrio ambiental. Calentamiento global.
Incendios forestales	La inversión social no es suficiente	Disminución de flora y fauna
Afectación por el cambio climático	Contaminación a nivel mundial por las multinacionales. Contaminación vehicular.	Destrucción de los ecosistemas.
Mal manejo de residuos sólidos	Es deficiente la formación en el aprovechamiento del material no biodegradable	Contaminación a los recursos hídrico y suelo. Enfermedades.
Explotación a cielo abierto de cantera en zonas cercanas	El manejo de la cantera, así cuente con permisos y esté en otra cuenca, repercute por ruido y ondas que causan inestabilidad de taludes cercanos	Contaminación aditiva y generación de material particulado

Tabla 2.8: Problemáticas socioambientales en el área de interés. Fuente: Asocampo

Para analizar la relación de los servicios ambientales y la importancia de las especies vegetales, se indagó sobre las preguntas listadas en la tabla 2.9.

¿Qué plantas han desaparecido en la zona y que usos tenían?	Motilón (maderable - leña), Jigua (maderable - leña), Umuy (maderable – consumo), Calmo(maderable – consumo), Romerillo (maderable – Quina), Encenillo (para la fiebre del ganado), Chilco (madera), Bejuco (para hacer canastos, casas), Batatilla (para amarrar las casas), Alipanga (para

	envolver quesos).
¿Por qué cree que ya no encontramos esas plantas en la vereda?	Debido a la tala, han cumplido su ciclo de vida, por el cambio climático, por tantos químicos también. Falta de propagación
¿Qué nuevas especies de plantas encontramos ahora y como cree que aparecieron?	Acacia, negra, pátula, eucalipto, urapán, limón, lechero sembrado.
¿Han desaparecido algunas comidas a causa de las pérdidas de las plantas con las cuales se preparaban?	El Mortiño, el Umuy, el Calmo, el Motilón, Mermelada, Trigo
¿Qué actividades laborales han desaparecido por la pérdida de algunas especies vegetales?	Las construcciones de vivienda en madera, venta de tabla telera, molino de trigo, casa de bahareque porque no hay bejuco.
¿Qué podría decir si compara el número de plantas propias de la región con el número de especies que han sido introducidas?	Se siguen conservando, es mejor los árboles nativos de la región por el beneficio ambiental, mientras que las especies introducidas son maderables, para leña de fácil propagación, aptos para silvopastoriles y forraje.
¿Qué conclusiones puede sacar?	Reforestación, experiencia para las nuevas generaciones. La acacia nos ha dado resultados positivos. Se tiene que seguir conservando los medios de existencia. La frontera agropecuaria para el ecoturismo. A pesar de la desaparición de algunas especies, se siguen conservando las nativas.

Tabla 2.9. Preguntas para analizar la relación de los servicios ambientales y la importancia de las especies vegetales.

Dada la importancia que representa el recurso hídrico en la zona se analiza particularmente la percepción y los cambios (Tabla 2.10).

AGUA	ANTES	AHORA	FUTURO
Épocas de mayor escasez (mes, año)	1970 a 1971: verano 1975: verano, invierno 1998 por el fenómeno del niño en los meses de junio, julio, agosto, 2003 – 2007. Hace 10 años había más agua. En tiempo de verano no se escaseaba. Hasta los años 90s el agua se mantenía.	A nivel de región No. A nivel de país Si. No hay escasez. 2011-2012 fuerte verano disminuyendo el caudal del recurso.	Es impredecible de 15 a 20 años. En 10 años en las partes altas el agua se profundizará y en las partes bajas se mantendrá con un nivel bajo. A 20 años si los sectores sociales no toman conciencia del cuidado de los recursos naturales.
Épocas de mayor abundancia (mes, año)	En los años 60s en la época de invierno. De los años 60 hasta el 97 sobre todo en los	2007, 2008 – 2010. Febrero, marzo, abril, mayo 2013 se han presentado bastantes	Se mantiene en 0 quizás tienda a disminuir. A 10 años si los actores sociales toman

AGUA	ANTES	AHORA	FUTURO
	meses de febrero, mayo y octubre. En el año de 1995 había abundancia de agua que ocasionaba crecientes. 1997-2000donde hubo mucho derrumbe. 2004 – 2005 – 2008 fenómeno de la Niña. 2010 marzo – diciembre	lluvias contribuyendo al aumento del caudal	conciencia ambiental habrá abundancia. 2025 habrá mayor conciencia ambiental, mayor número de áreas conservadas. Al 2028 se pueden presentar años en los que haya temporadas más fuertes con más lluvias o días más secos
Usos (recreativos, extracción, material, producción agrícola, domésticos, etc.)	Se usaba para el ganado, lavaban ropa en el río, no se utiliza riego por que las siembras se hacían de acuerdo al calendario. En los años 50s se utilizaba el agua para mover un molino para procesar el trigo. Uso doméstico a través de canal abierto (nacimiento – río)	En algunas viviendas hay acueducto (soluciones de agua, agua no tratada) en otras continúa con canal abierto. Riego de potreros, bebederos, piscicultura. En la parte baja del puente del Río Piedras la gente de la ciudad viene a bañarse y a cocinar y no estamos de acuerdo con esta actividad. La piscifactoría el Diviso y otros piscicultores aprovechan el agua para el cultivo de trucha	Acueductos con aguas tratadas. Canal abierto por tubería uso controlado. Tanques de almacenamiento. Sistema de cosecha aguas lluvias. Reutilización del agua. Filtros. Saneamiento Básico sin contaminar nacimientos y quebradas. Por aguas negras
Acceso al Agua	Canal abierto	Cuentan con 5 acueductos veredales y solución de agua para usos múltiples. Tres Acueductos cuentan con sistemas de filtración , los otros no son tratadas Aguas no tratadas. Otras familias continúan con canal abierto.	La cobertura de agua se extiende a todas las veredas con tratamiento. Mejorar soluciones de agua (tubería, mangueras, tanques de almacenamiento)

Tabla 2.10. El Agua como servicio Ecosistémico y la visión comunitaria

Análisis de transformaciones (Tabla 2.11)

SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Formación del suelo (fertilización)	1. Bueno 2. Bajo 3.Disminuyó
Hoy Hace 5 años 1.	Siembra forestal. Cosecha/eucalipto
Hace 10 años 2.	Pastos
Hace 30 años 3.	Menos derrumbes, árboles, robles
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Polinización Hoy	
Hace 5 años	Torcaza, collareja, totocal, ceralarel, coral (todavía existen árboles que les sirve de alimentos)
Hace 10 años	Disminución de torcaza
Hace 30 años	Más aves, trozador
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Control biológico Hoy	
Hace 5 años	Aumento trozador (ha empezado a aparecer en los potreros y malezas) chiza, guagua, erizo, pulguilla, chapulete, santa María, manejo con ceniza y ají
Hace 10 años	Ha disminuido el control
Hace 30 años	Trozador (menos) babosa, mariposa.
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Espiritual Religioso	
Control biológico Hoy	
Hace 5 años	Ya no suben al cerro
Hace 10 años	A partir del 2000 empiezan los cambios en la participación de los eventos religiosos
Hace 30 años	Había más creencia, fe, subían más al cerro (romería). Puzná (creencia en la virgen, testimonio, agradecimiento) La gente participaba más de las fiestas patronales por vereda.
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Ecoturismo Hoy	Ya no se celebran fiestas tradicionales (de retorno)
Hace 5 años	Cuando era gente desconocida el cerro hacía lluvia con granizo fuerte (de acuerdo a la fe de las personas que subían). La tradición se empieza a perder por la muerte de los mayores.
Hace 10 años	Desde los 90s ya no se celebran las fiestas patronales del retorno (Quintana) porque la gente dejó de asistir. Aproximadamente en el 96 empieza a subir gente a bañarse en el río Puente Piedras cada 8 días
Hace 30 años	Se veía más turismo, la gente venía a celebrar la fiesta de la Inmaculada
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Generar conocimiento tradicional	Actualmente las semillas que se conservan no son tan

Hoy	puras (calidad); se siembra para uso de casa o pancoger
Hace 5 años	Plantas medicinales: no ha habido cambios representativos a través del tiempo.
Hace 10 años	
Hace 30 años	
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Alimentos Hoy	Escaso, desabastecimiento, reducción al 50%. Se cultiva menos por los costos y la comercialización. Ahora hay que fumigar más
Hace 5 años	Un poco mejor a la actual
Hace 10 años	La tierra producía más y de mejor calidad
Hace 30 años	Más abundancia y menos abono, fumigación, más producción
SERVICIOS A/R/C/AP	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Materiales de construcción Hoy	Uso del motilón y el encenillo, actualmente no hay mucha comercialización de materiales naturales.
Hace 5 años	Similar a la actualidad
Hace 10 años	Solo se usaban cajas de paja, bahareque, madera, adobe
Hace 30 años	Techos de cartón, paja, hojas de maíz, hojas de caña de azúcar, la misma finca proveía los materiales.
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Medicinas naturales Hoy	Actualmente se siguen usando las mismas plantas medicinales, pero su uso es menos frecuente que hace 10 años, ahora la medicina química se usa más.
Hace 5 años	
Hace 10 años	
Hace 30 años	Solamente se usaba la medicina química en casos de prioridad, por alguna enfermedad o accidentes de complejidad. Manzanilla, paico, hierba buena, limoncillo, ruda, cedrón, tomillo, tomate de árbol, mejorana.
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Regulación hídrica Hoy	El caudal de los ríos se sostiene gracias a las acciones realizadas por las comunidades e instituciones. Ahora se pueden ver las piedras en el río y se puede atravesar, ya no hay avalanchas.
Hace 5 años	Se acentúan los efectos del cambio climático, llueve y hace verano, largas temporadas de invierno y de lluvia, se empobrecen los suelos por deforestación, tala, incendios y ampliación de la frontera agrícola, esto afecta el agua porque hay menos retención de humedad en el suelo. Se profundizan los ojos de agua. Pero en zonas donde se ha reforestado se ha incrementado el agua. Anteriormente el caudal de río y quebradas permanecían constantes, ahora no, aunque llueva al otro día amanece tostado por el calor.
Hace 10 años	Comenzó la deforestación por invasiones e incremento de asentamientos humanos cerca de quebradas y ríos, se dio la ampliación de la frontera agropecuaria, se iniciaron las quemas, las talas. En el 2007 hubo una avalancha que se llevó el puente El Canelo
Hace 30 años	Había más cobertura vegetal por lo tanto había más regulación, no habían tantos asentamientos humanos, ni

	actividades agropecuarias cerca de las riberas de los ríos, había estaciones de lluvia y de verano de manera precisa, el agua era limpia porque no habían tantos químicos y poca gente. El río era bien lleno y no se podía pasar, se llevaba hasta el puente, cuando se crecía habían avalanchas.
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Clima/Temperatura Hoy	
Hace 5 años	El clima varió, largas temporadas de invierno y largas temporadas de verano
Hace 10 años	La temperatura aumentó, disminuyeron los vientos, se comenzó a sentir la radiación solar con mayor intensidad
Hace 30 años	Se sabía cuando era época de lluvia y de verano, duraba cada una exactamente 6 meses, tenían periodos definidos, era frío, el sol no era tan fuerte, caían granizadas de 1m de altura que se derretían en 15 días, el volcán Puracé tenía nieve, los vientos eran tan fuertes que arrancaban los árboles y se hacían remolinos.
SERVICIOS AP/R/C	**DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES**
Riesgos y amenazas naturales (incendios e inundaciones) Hoy	Se han disminuido las avalanchas e inundaciones, casi inexistentes, pero quedan consecuencias de lo anterior como agrietamientos
Hace 5 años	Por efecto de largas temporadas de invierno se presentan agrietamientos. Se incrementan los incendios por acciones de los pirómanos e incrementados por la acción del viento (se quemaron 5ha de bosque)
Hace 10 años	Disminuyeron las inundaciones, presencia de incendios
Hace 30 años	Grandes crecientes de ríos y granizadas, avalanchas frecuentes, se veía correr el agua por los potreros por altas escorrentías, fuertes tempestades que mataban al ganado al igual que la escorrentía, avalanchas arrastraban puentes, en verano fuertes vientos que desentechaban casas.

Tabla 2.11. Análisis de transformaciones. AP: Aprovisionamiento, R: Regulación, C: Cultural.

De acuerdo a estos resultados se analizó la importancia de los servicios ambientales y su clasificación (Tabla 2.12).

FUNCIONES ECOSISTÉMICAS	CATEGORIA		SERVICIOS AMBIENTALES
Producción de alimentos	Servicios de base o soporte: Regulación de nutrientes, producción primaria, provisión de polinizadores para la reproducción de		Frutas, verduras, raíces, alimento para alimentos
Provisión de agua		Servicios de Aprovisionamiento	Agua, agua para riego, manutención de la salud humana
Producción de			Leña, carbón

FUNCIONES ECOSISTÉMICAS	CATEGORIA		SERVICIOS AMBIENTALES
combustible	especies, polinización de flora nativa.		
Recursos genéticos			Información genética de flora y fauna
Recursos medicinales			Plantas medicinales, biocidas
Recursos ornamentales			Plantas y flores con atributos ornamentales
Regulación de gases atmosféricos		Servicios de regulación	Captación de carbono, protección de radiación UV, calidad de aire
Formación de suelo			Mantenimiento de calidad del suelo, acumulación de materia orgánica
Hábitat			Provisión de una diversidad de hábitat para movimiento y reproducción de especies
Inspiración cultural y artística		Servicios culturales	Variedad de lugares con valor artístico
Belleza escénica			Variedad de lugares con valor artístico
			Oportunidad para relajarse y satisfacción del espíritu a través de los atributos del paisaje.
Recreación			Variedad de paisajes con oportunidad de actividades recreativas, variedad de paisajes con oportunidades para el desarrollo de ecoturismo y la realización de deportes.
Ciencia y educación			Oportunidad para realizar estudios científicos, educación y sensibilización ambiental

Tabla 2.12. Los servicios ambientales clasificados según la visión comunitaria

2.2.8 Propuesta de herramientas para el pago por servicios ambientales

Construir un fondo en el contexto de cualquier esquema de PSA, es una actividad indispensable para su efectiva implementación. Este mecanismo financiero formaliza y legaliza el flujo de recursos, que serán destinados a mejorar la oferta de servicios

ambientales o a mantener la calidad de aquellos generados por los ecosistemas naturales conservados. El fondo para el pago por servicios ambientales, debe ser manejado sobre la base de unas reglas formales establecidas entre todos los aportantes, a fin poder garantizar un adecuado recaudo y desembolso de recursos. Para administrar este mecanismo, es necesario que las diferentes fuentes de financiación definan entre ellas mismas (por consenso) cual institución será la encargada de realizar dicha labor, en donde están inmersas las siguientes actividades básicas:

- Elaborar y suscribir contactos
- Realizar los pagos convenidos a los beneficiarios del incentivo económico
- Gestionar y recibir los aportes acordados con los beneficiarios del servicio ambiental.
- Garantizar el correcto cumplimiento de los acuerdos establecidos en los contratos de provisionamiento de servicios ambientales
- Sancionar el incumplimiento de los acuerdos establecidos con las partes participantes.

Para garantizar la sostenibilidad financiera del esquema de PSA, dado el carácter voluntario de este incentivo económico, es necesario que el administrador del fondo esté gestionando constantemente recursos ante distintas fuentes. En términos generales, los aportes potenciales del fondo (ingresos) pueden provenir de los usuarios directos del servicio ambiental (acueductos); las entidades públicas del orden territorial, a partir de lo señalado en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 (1% de los ingresos corrientes); de aportes voluntarios de ciudadanos que quieran contribuir al desarrollo de proyectos como incentivo por descuentos tributarios. Se pueden unir a estas iniciativas las organizaciones no gubernamentales, Gobiernos extranjeros de acuerdos, personas naturales u organismos de cooperación internacional que deseen realizar donaciones.

La creación del fondo de agua es la propuesta que actualmente se está direccionando para ser implementada en el territorio; es una iniciativa ambiental, incluyente y transparente que busca la conservación y protección de las fuentes hídricas del sistema de abastecimiento de la ciudad, relacionando acuerdos recíprocos por el agua de las comunidades de la parte alta que protegen las cuencas

de abastecimiento y las comunidades de la parte baja que son beneficiarias de tener agua de buena calidad y de manera continua.

El fondo de agua es una estrategia financiera a largo plazo, que permite unir los aportes voluntarios de los usuarios del servicio de agua, para invertir en programas y proyectos ambientales de conservación y restauración en las partes altas y medias de las cuencas abastecedoras de la ciudad de Popayán, como aporte a la consolidación como ciudad sostenible resiliente y competitiva.

2.3 Paso 2: Identificación y selección de prácticas de manejo ambiental para la adaptación, a través de procesos de participación comunitaria

Como paso previo a la identificación de prácticas, se relacionan los resultados de vulnerabilidad analizados en el territorio, con el fin de abordar las prácticas más importantes que respondan a la adaptación.

2.3.1 Análisis de vulnerabilidad

Fue determinado por el estudio realizado por el Programa Conjunto de Naciones Unidas, proyecto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano. Definiendo una metodología para el análisis de vulnerabilidad (Capera, 2011), se determinó la vulnerabilidad del territorio de la cuenca alta del Río Cauca; se resaltó la subcuenca río Las Piedras y se valoró la vulnerabilidad climática de manera cualitativa, determinando la combinación de la sensibilidad de los sistemas productivos, agua y áreas naturales y su capacidad para manejar sus impactos.

Se definieron cuatro niveles de vulnerabilidad (alto, medio, bajo y muy bajo). Para las veredas de la subcuenca río Las Piedras, se observó que los niveles muy altos se

localizaron en las veredas de la parte alta, como Quintana, Santa Teresa y San Ignacio, pues su posición altitudinal las hace más vulnerables; los valores medios se tuvieron en la parte de las veredas de San Juan, el Canelo y la Laguna, mientras que para las veredas de Guacas y San Isidro se consideró una vulnerabilidad baja (Figura 2.32). El anterior análisis relacionó cada vereda con la sensibilidad a los ejes de análisis y se definió su capacidad de adaptación, entre las que sobresalen disponibilidad productiva y diversificación, acceso al agua, calidad del agua y las coberturas de protección.

En este estudio se definió una ruta de adaptación, construida de manera participativa con los actores sociales comunitarios e institucionales, denominada “Agua Segura, Comida Segura en un Territorio Saludable”. Se dio inicio al proceso de esta investigación como participante del equipo técnico de ejecución de medidas de adaptación en Piedras, lo cual permitió puntualizar los objetivos con lineamientos muy importantes del personal de expertos, entre ellos el Biólogo Luis Alfonso Ortega. A continuación se resaltan las principales medidas priorizadas en la ruta de adaptación:

Manejo adaptativo del territorio: Se busca disminuir los niveles de vulnerabilidad de la comunidad y disminuir sensibilidad de los ecosistemas a los impactos del cambio climático.

Comida segura en un clima cambiante: aumentar la capacidad de respuesta local a los impactos de la variabilidad climática en la seguridad y soberanía alimentaria, a través del fortalecimiento de los sistemas de producción tradicional.

Agua segura en un territorio saludable: disminuir niveles de vulnerabilidad a los impactos de la variabilidad climática, ampliando cobertura de agua para uso productivo y humano, en este último mejorar su calidad para proteger la salud de la comunidad.

Planificación territorial para reducción del riesgo y construcción de un territorio seguro: aumentar capacidad de respuesta para la reducción de los riesgos por amenazas naturales recurrentes asociadas a impactos de la variabilidad climática.

Fortalecimiento organizativo: esta es una medida transversal que busca generar apropiación del conocimiento sobre los riesgos y oportunidades del cambio climático, fortalecer la relación entre las instituciones y la comunidad para la toma de decisiones y el ajuste de políticas e instrumentos de planificación con consideraciones de adaptación.

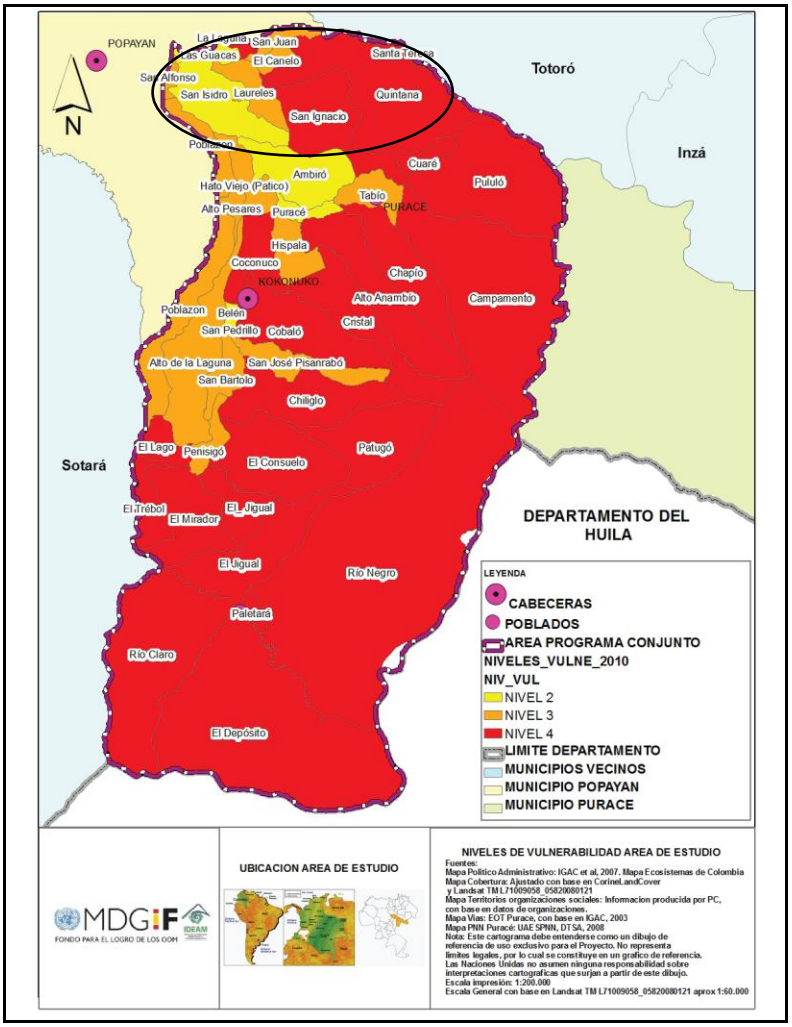


Figura 2.32. Niveles de vulnerabilidad de cuenca alta del río Cauca

2.3.2 Identificación de prácticas

Las prácticas de manejo ambiental son acciones tendientes a disminuir los impactos negativos de la variabilidad climática. Con esto se busca mejorar la cantidad, calidad

y continuidad del recurso hídrico, contar en la región con sistemas productivos limpios, sostenibles y diversificados, que fortalezcan la autonomía y seguridad alimentaria para la producción y el mercadeo justo.

Las medidas de adaptación al cambio y la variabilidad climática, se identifican partiendo de la percepción comunitaria de acuerdo a sus conocimientos y experiencias. Los intercambios culturales son un espacio para identificar y unificar criterios en la selección de las prácticas de manejo ambiental, con mejores resultados adaptativos para el territorio (Figura 2.33).

Figura 2.33. Taller identificación de prácticas de manejo ambiental en el territorio

El conocimiento cultural y ancestral de los grupos comunitarios de organizaciones campesinas, resguardos indígenas y juntas de acción comunal, se consolida a través de la unificación de criterios para la selección de prácticas de manejo ambiental. Los representantes de los actores comunitarios comparten los criterios que consideran son aceptados por la comunidad y deben cumplirse en la aplicación de las prácticas; en la tabla 2.13 se presenta la consolidación de los criterios para la identificación de prácticas de manejo ambiental en el territorio.

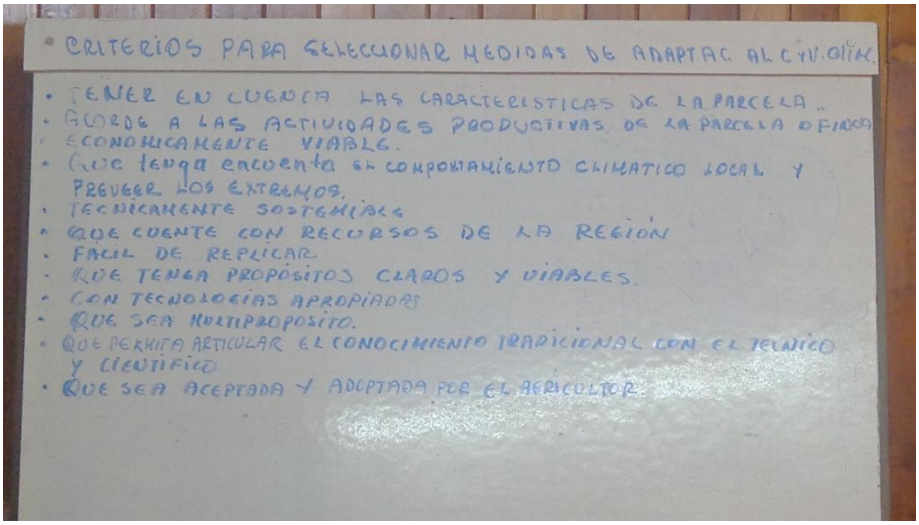
CRITERIOS	
 • CRITERIOS PARA SELECCIONAR MEDIDAS DE ADAPTAC. AL C.YV.CLIM. • TENER EN CUENTA LAS CARACTERISTICAS DE LA PARCELA. • ACORDE A LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA PARCELA O FINCA • ECONOMICAMENTE VIABLE. • Que tenga encuenta el comportamiento climatico local y prever los extremos. • TECNICAMENTE SOSTENIBLE • QUE CUENTE CON RECURSOS DE LA REGION • FACIL DE REPLICAR. • QUE TENGA PROPOSITOS CLAROS Y VIABLES. • CON TECNOLOGIAS APROPIADAS • QUE SEA MULTIPROPOSITO. • QUE PERMITA ARTICULAR EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL CON EL TECNICO Y CIENTIFICO • QUE SEA ACEPTADA Y ADOPTADA POR EL AGRICULTOR.	
1. Tener en cuenta las características de la parcela	2. Fácil de replicar
3. Acorde a las actividades productivas de la parcela	4. Propósitos claros y viables
5. Económicamente viable	6. Tecnologías apropiadas
7. Tener en cuenta el comportamiento climático local	8. Multipropósito
9. Técnicamente sostenible	10. Articula el conocimiento tradicional, técnico y científico.
11. Contar con recursos de la región	12. Aceptado y adoptado por el agricultor

Tabla 2.13. Criterios para la selección de prácticas de manejo ambiental en el territorio.

Con la definición participativa de los criterios, el siguiente paso corresponde a identificar las prácticas de manejo ambiental de mayor relevancia en el territorio con los representantes de las organizaciones comunitarias que, desde su cosmovisión, logran comprender la importancia de estas actividades para la adaptabilidad del territorio al cambio y la variabilidad climática. Es importante resaltar que a través de un análisis con representantes comunitarios de la cuenca alta del río Cauca, en la que se vincularon representantes campesinos e indígenas en un diálogo de saberes, se procedió a hacer un análisis de las prácticas de mayor relevancia en sus formas de manejo del territorio; posteriormente, este ejercicio permitió generar aportes para la aplicación metodológica del ASAC.

En la tabla 2.14 se muestran las prácticas identificadas.

PRÁCTICAS	
A. Rescate, multiplicación, intercambio y conservación de semillas	H. Sistema de alertas agroclimáticas participativas SAATP
B. Asociación de cultivos	I. Cosecha de agua lluvias
C. Vivero de especies forestales nativas	J. Reservorio de agua
D. Rotación de potreros con cerca eléctrica, bebederos ecológicos	K. Construcción de obras biomecánicas
E. Biopreparados para el control de plagas y enfermedades; Producción y aplicación de abono orgánico	L. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple.
F. Barreras vivas multipropósito	M. Protección y conservación de fuentes de agua
G. Planificación predial y optimización del terreno.	

Tabla 2.14. Prácticas de manejo ambiental en el territorio

Con base en la identificación participativa de criterios de selección de prácticas de manejo ambiental, se considera de vital importancia el generar una matriz que permita, de manera preliminar, calificar las prácticas frente a los criterios, de manera que se definan numéricamente cuáles son de mayor importancia, según la opinión de los agricultores.

Las prácticas se califican de 1 a 10, respecto a los criterios de selección; la metodología consiste en anunciar la práctica y los agricultores en plenaria la califican según su cosmovisión. Los rangos considerados para la calificación se muestran en la tabla 2.15.

Rango	Alto			Medio alto		Medio bajo		Bajo			
Calificación	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Tabla 2.15. Rangos de calificación de las prácticas.

Los resultados de este ejercicio desarrollado con las comunidades se puede observar en la tabla 2.16.

		CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO AMBIENTAL												PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PRÁCTICAS DE MANEJO AMBIENTAL	A	10	10	10	8	4	5	5	8	3	7	5	4	**6.6**
	B	10	10	10	8	10	10	10	10	8	10	5	10	**9.3**
	C	10	10	8	5	10	10	10	5	5	10	8	5	**8**
	D	10	10	10	10	8	5	10	10	8	10	5	8	**8.7**
	E	10	10	10	5	10	8	10	10	10	10	10	8	**9.3**
	F	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	**9.6**
	G	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	**9.6**
	H	5	10	5	10	5	5	5	10	10	10	10	10	**7.9**
	I	10	10	4	10	5	2	2	8	4	10	10	3	**6.5**
	J	10	10	4	10	5	2	2	8	4	10	10	3	**6.5**
	K	10	5	8	10	8	7	5	10	10	10	10	7	**8.2**
	L	10	10	8	10	10	5	10	10	10	10	10	10	**9.4**
	M	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	**10**

Tabla 2.16. Resultados de la selección de prácticas de manejo ambiental

PRÁCTICAS DE MANEJO AMBIENTAL	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PRÁCTICAS
A. Rescate, multiplicación, intercambio y conservación de semillas	1. Tener en cuenta las características de la parcela
B. Asociación de Cultivos	2. Acorde a las actividades productivas de la parcela
C. Vivero de especies forestales nativas	3. Económicamente viable
D. Rotación de potreros con cerca eléctrica y bebederos ecológicos	4. Tener en cuenta el comportamiento climático local
E. Biopreparados para control de plagas y enfermedades y Producción y aplicación de abono orgánico	5. Técnicamente sostenible
F. Barreras vivas multipropósito	6. Contar con recursos de la región
G. Planificación predial y optimización del terreno.	7. Fácil de replicar
H. Sistema de alertas agroclimáticas	8. Propósitos claros y viables

PRÁCTICAS DE MANEJO AMBIENTAL	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PRÁCTICAS
participativas SAATP	
I. Cosecha de agua lluvias	9. Tecnologías apropiadas
J. Reservorio de agua	10. Multipropósito
K. Construcción de obras biomecánicas	11. Articula el conocimiento tradicional, técnico y científico.
L. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple y sistema de riego.	12. Aceptado y adoptado por el agricultor
M. Protección y conservación de fuentes de agua	

Tabla 2.17.Prácticas de manejo ambiental y criterios de selección de práctica.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación participativa, se puede observar a nivel general que la mayor parte de las prácticas recibieron en promedio una calificación alta (color verde); solo cuatro prácticas obtuvieron en promedio la calificación medio alto (color azul), las cuales presentaron valores bajos en algunos criterios, porque según la opinión de la comunidad, hasta el momento la práctica no satisfacía totalmente el criterio y por esto se debe seguir trabajando en la búsqueda de oportunidades para mejorar y lograr que las prácticas mejoren su calificación frente a los criterios de selección.

Las prácticas que presentan la calificación promedio más baja son **Cosecha de agua lluvias** y **Reservorio de agua** con un valor de 6.5; estas prácticas son consideradas como difíciles de replicar entre la comunidad, porque se requieren insumos externos a los de la región, lo cual lo haría económicamente no viable, pues no se utilizarían tecnologías propias; además, para su implementación se requiere realizar algunas modificaciones en la parcela, lo cual hasta el momento puede ocasionar cierta resistencia para su aceptación y adopción por parte de los agricultores.

La práctica **Rescate, multiplicación, intercambio y conservación de semillas** también presenta una calificación baja de 6.6; según los agricultores, para el desarrollo de esta práctica hace falta el conocimiento de tecnologías apropiadas y

fáciles de aplicar y replicar para la identificación de semillas, su conservación y posterior multiplicación.

Otra de las prácticas que no alcanzan la calificación alta es **Seguimiento al clima local;** los agricultores opinan que la práctica, al requerir de instrumentos de medición climática como pluviómetro y termómetro, no es económicamente viable; además, se requiere capacitación para su instalación, lectura y mantenimiento, lo cual la haría difícil de replicar y técnicamente no sostenible. Sin embargo, concluyen que a través del sistema de alertas agroclimáticas tempranas participativas (SAATP) han aprendido a conocer su clima local y han logrado tener una aplicación entre el conocimiento científico y ancestral, cuando este se relaciona con el análisis de bioindicadores y les permite a través de pronósticos planificar las medidas de adaptación útiles para contrarrestar los problemas que se les generan cuando se presentan fenómenos como el del Niño y la Niña. Teniendo en cuenta estos resultados, las calificaciones más bajas que asignaron los agricultores a los criterios de algunas prácticas se deben apreciar como oportunidades para mejorar y hacer de las prácticas ambientales actividades 100% sostenibles, aplicables y replicables para los agricultores de la región.

Las experiencias significativas de las comunidades campesinas e indígenas en adaptación al cambio y la variabilidad climática, merecen ser analizadas a través de métodos que permitan identificar cuál o cuáles medidas de adaptación son esenciales para todo el sistema (ordenación del territorio), con el fin de priorizar las prácticas, se desarrolla el marco de priorización de agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC) con comunidades de la cuenca alta del río Cauca Este ejercicio se evidencia en el anexo 4.

La Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC), representa la ambición de mejorar la integración de la capacidad de respuesta al cambio climático con la planificación del desarrollo agropecuario. ASAC incluye técnicas tradicionales y prácticas, programas y políticas innovadoras; su amplia adopción puede crear paisajes sostenibles y servir de impulso hacia sistemas productivos sostenibles y adaptados al clima. Pero lograr esto requiere la integración de ASAC a diferentes niveles desde la finca, hasta la planificación nacional y regional (CIAT, 2014).

El marco de priorización usa un enfoque de cuatro fases para guiar al usuario a través del proceso de filtrado de una lista de prácticas ASAC en un portafolio de prácticas prioritarias. Las fases son aditivas y en cada una se refina el resultado anterior (CIAT, 2014).

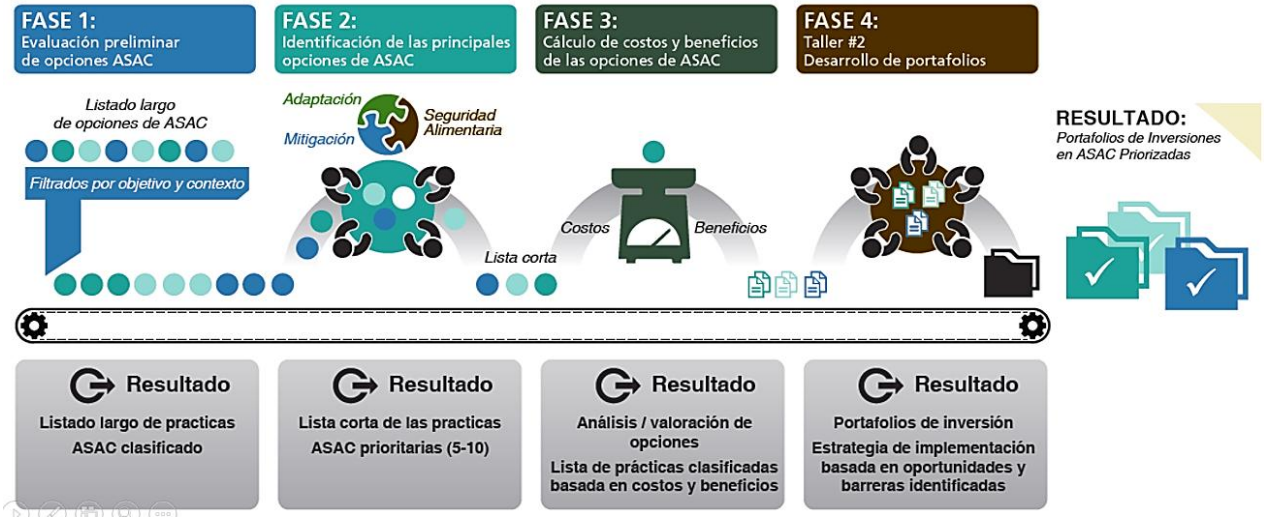


Figura 2.34. Marco de priorización de prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC). Fuente: FAO (2010).

- **Fase 1: Evaluación de prácticas ASAC**

El proceso inicia identificando el alcance de la inversión ASAC en términos de área geográfica, retos a enfrentar y prácticas relacionadas con los resultados esperados por los beneficiarios. Una lista de prácticas asociadas al alcance es creada y evaluada, basándose en indicadores de los resultados esperados respecto a los pilares ASAC (Productividad, Adaptación y Mitigación), tales como rendimiento, aumento de ingresos, uso de agua, intensidad de emisiones, entre otros, siendo posible añadir indicadores adicionales (CIAT, 2014).

- **Fase 2: Identificación de mejores opciones ASAC**

Las partes interesadas se reúnen para validar objetivos y priorizar prácticas de una lista larga de opciones. El análisis de los indicadores provee la base para discutir las

disyuntivas entre el logro de los objetivos ASAC, resultados esperados por los participantes y barreras de adopción (CIAT, 2014).

- **Fase 3: Cálculo de costos y beneficios de las prácticas ASAC**

Se realizan análisis de costo beneficio para cada una de las prácticas en la lista corta, priorizada en la fase 2, para identificar oportunidades de inversión asociadas a diversos sistemas productivos. Los análisis se basan en literatura científica, conocimiento de expertos y en caso de ser necesario, datos primarios (CIAT, 2014).

- **Fase 4: Desarrollo de portafolios**

Los actores se reúnen para seleccionar prácticas ASAC para su inclusión en portafolios de inversión,; las disyuntivas entre las prácticas ranqueadas asociadas con los pilares ASAC, resultados esperados y factibilidad económica, son elementos visualizados y discutidos, beneficios agregados de los diferentes portafolios, así como sinergias entre prácticas son exploradas, percibiendo limitantes y barreras de adopción, además de formas de superarlas para su inclusión en el análisis de los portafolios.

De este ejercicio se obtuvieron nueve prácticas priorizadas, a continuación se presenta el listado de prácticas ASAC:

- Protección y conservación de fuentes de agua
- Biopreparados para el control de plagas y enfermedades
- Conservación de semillas nativas
- Asociación de cultivos
- Sistemas de alertas tempranas participativas
- Rotación de terrenos con cercas eléctricas y bebederos ecológicos (móviles)
- Planificación de la finca o parcela y optimización del terreno
- Riego (goteo o microaspersión)
- Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple.

Con este listado de prácticas se realiza un análisis estructural, con el fin de identificar la influencia de las prácticas, por medio de la herramienta MIC MAC.

El método MICMAC consiste en elevar la matriz de análisis estructural a una potencia de valores sucesivos (de 1, 2... hasta n). El software MICMAC calcula entonces la matriz elevada a potencias sucesivas (1, 2... hasta n). Al final del proceso, obtenemos una nueva matriz en la que cada uno de sus elementos corresponde al número de líneas de propagación y por lo tanto, la influencia directa e indirecta que se ejercen entre las variables (Arcade *et al.*, 2004).

A continuación se describe el proceso desarrollado por Arcade *et al.*(2004), teniendo en cuenta el desarrollo metodológico que relaciona inventario de variables / factores, descripción de las relaciones entre variables y la identificación de variables esenciales o claves. El sistema estudiado se presenta como un conjunto de elementos interrelacionados (variables/factores), red en la cual la configuración del sistema (estructura), constituye la clave de sus dinámicas y es bastante permanente. El análisis, que intenta sacar a la luz esta estructura, comprende tres etapas:

- **El inventario de variables:** Consiste en realizar un inventario de las variables y/o factores que caracterizan al sistema, es conveniente estimular y afianzar la determinación de variables por medio de entrevistas con expertos y profesionales que conozcan muy bien a las personas que forman parte del sistema. Debe elaborarse una lista de variables.

- **Listado de medidas de adaptación:** Se presentan en la tabla 2.18.

Medida adaptativa (nombre largo)	Nombre corto	Descripción
1. Protección y conservación de fuentes de agua	PROTE	La implementación de esta práctica depende en gran parte del sistema de planificación definido en la parcela. A través de una práctica de aislamiento de los nacimientos de agua, los procesos de regeneración natural son más rápidos y por ende la recuperación y crecimiento de la población vegetal, que permite la regulación hídrica. A través de esta práctica se evita que el ganado ingrese a estos sitios y se mitiguen problemas de contaminación. Las experiencias de los actores comunitarios que lo han

Medida adaptativa (nombre largo)	Nombre corto	Descripción
		implementado reportan que sus nacimientos les han permitido tener acceso al agua para el desarrollo de actividades múltiples, logrando prevenir problemas de déficit hídrico en verano, pues les permite almacenar y realizar complemento a su sistema de abastecimiento. De hecho, los campesinos ya han podido constatar en estos años de proceso, que se ha producido un aumento de los caudales de las quebradas y que sus acuíferos son más regulares y no se profundizan, reporte contrario de otros actores sociales de la misma cuenca que no han conservado sus nacimientos y han tenido problemas durante las épocas secas, siendo más vulnerables ante un fenómeno de variabilidad climática. Cuando esta medida se adopta y se replica, su efecto sistémico se refleja en la regulación hídrica.
2. Biopreparados para el control de plagas y enfermedades y preparación de abonos orgánicos	ABO	A través de esta práctica, se produce compost/fertilizante natural mediante la descomposición de residuos orgánicos (por ejemplo, restos vegetales o excrementos de animales). La producción de biopreparados como el abono orgánico está muy ligada a un buen manejo del estiércol de los diferentes animales de la finca (vacas, cuyes, ovejas, conejos, etc.). Como parte de un proyecto de la Fundación Procuenca Río Las Piedras, Acueducto y Alcantarillado de Popayán, Alcaldía Municipal y también del Programa Conjunto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano, muchos campesinos en la cuenca han recibido materiales, ayuda e instrucción para tener una biofábrica en sus fincas, de manera que ellos puedan preparar su propio abono. Una biofábrica se define como una unidad productiva de abono orgánico a partir de desechos del hogar, residuos de cosechas, estiércol y otras fuentes de materia orgánica, en la cual se produce humus a partir de lombriz roja californiana, abono compostado y abono líquido lixiviado. La mayoría de los campesinos están satisfechos con esta nueva práctica y dicen que es fácil de administrar y beneficia a sus fincas.
3. Conservación de semillas	SEMI	Consiste en la selección, conservación, utilización y almacenaje de las variedades de semillas tradicionales de la zona, así como las variedades que mejor se han ido adaptando a las condiciones específicas del sitio a lo largo de los años. Como base fundamental en el rescate de semillas se considera una medida de adaptación la identificación de las variedades resistentes a eventos climáticos adversos; esta selección se desarrolla observando el

Medida adaptativa (nombre largo)	Nombre corto	Descripción
		comportamiento de las plantas en cada temporada climática.
4. Asociación de cultivos	AC	Esta práctica consiste en sembrar dos o más cultivos de manera conjunta, con suficiente proximidad, de manera que se pueda establecer una acción entre ellos. También es importante asegurar que las semillas que se siembran tengan un ciclo de vida similar. Al asociar los cultivos, se asegura una mayor fertilidad en el suelo. Por ejemplo, el fríjol es de la familia de las leguminosas y tiene la habilidad de fijar el nitrógeno en el suelo, fertilizando así de manera natural al maíz. También ayuda en el control de plagas y enfermedades.
5. Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas.	SATP	El sistema de Alertas agroclimáticas tempranas participativas es una estrategia que articula los conocimientos técnicos con los saberes ancestrales y culturales de los agricultores indígenas y campesinos que habitan las subcuencas que abastecen de agua al municipio de Popayán. Este sistema lo conforman tres componentes: 1) Comités de alertas agroclimáticas 2) Sistema piloto de información climática local 3) Implementación de prácticas adaptativas Con el sistema de alertas se identifican los principales fenómenos climáticos que pueden afectar los sistemas productivos de la región, se genera la alerta agroclimática y de manera participativa se buscan medidas para afrontar la situación.
6. Rotación de potreros con cercas eléctricas y bebederos ecológicos móviles.	ROTE	Consiste en dividir el terreno en diferentes franjas en las que pastará el ganado, evitando el incremento de los problemas de erosión por sobrepastoreo y permitiendo que se generen condiciones de recuperación de las coberturas de pastizales. Adicionalmente, esta práctica ha permitido que los grupos sociales hayan podido planificar su predio liberando áreas para conservación. Por su parte, los bebederos ecológicos móviles permiten hacer un uso óptimo del agua para el ganado mediante un sistema de válvulas que evita el desperdicio.
7. Planificación predial y optimización del terreno.	PLANI	Es una estrategia que se basa en conocer el estado y relación de todos los componentes de una finca, sus fortalezas y debilidades para orientar sus posibilidades de desarrollo. Se resalta que con la planificación predial se logra analizar con las

Medida adaptativa (nombre largo)	Nombre corto	Descripción
		familias, cuales son los sitios óptimos para las alternativas productivas, de conservación de los ecosistemas de regulación hídrica y su desarrollo de infraestructura; optimiza como resultado el uso del suelo y el manejo del agua, minimizando problemas de conflictos de uso del suelo y de contaminación.
8. Riego por goteo o microaspersión.	SISTE	El riego se define como el uso de alguna herramienta o tecnología para mejorar la distribución de agua para cultivos. Es utilizado para dar agua de forma controlada a las plantas manteniendo la humedad del suelo, sin desperdicio, logrando un mejor uso y manejo del recurso hídrico, especialmente como medida de adaptación ante épocas con déficit de precipitaciones.
9. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple.	AGUA	Mejorar la calidad de vida de la población parte fundamentalmente de optimizar el acceso al agua permanente de calidad y cantidad suficiente. Integrando un sistema sostenible que parte de la protección de fuentes de abastecimiento, óptimas condiciones de captación, conducción, potabilización, almacenamiento, distribución y uso. Esta medida se convierte en el mejor estímulo de las comunidades para la conservación del ecosistema y como la alternativa más importante en el momento de enfrentar un fenómeno de variabilidad climática. Permite a su vez integrarlo a medidas de almacenamiento y cosecha de agua, especialmente en épocas de déficit de precipitación**.**

Tabla 2.18. Medidas de adaptación.

- **Descripción de las relaciones entre variables:** El método consiste en vincular las variables en una tabla de doble entrada, la matriz de análisis estructural, preparada especialmente para el caso. Las filas y columnas en esta matriz corresponden a las variables que surjan de la primera etapa. El trabajo consiste en analizar solamente las influencias directas entre variables tomadas por pares, de manera que se detecta no sólo la existencia de influencias, sino que también se evalúa su intensidad por medio de apreciaciones cualitativas, tales como: influencia fuerte o intensa (grado 3), influencia moderada o media (grado 2), influencia débil o leve (grado 1) o sin influencia (grado 0).

	1 : PROTE	2 : ABO	3 : SEMI	4 : AC	5 : SATP	6 : ROTE	7 : PLANI	8 : SISTE	9 : AGUA
1 : PROTE	0	2	2	2	2	3	3	2	3
2 : ABO	2	0	2	2	1	2	1	2	2
3 : SEMI	2	2	0	2	2	1	2	2	2
4 : AC	2	2	3	0	2	1	2	2	2
5 : SATP	2	2	2	2	0	2	2	2	3
6 : ROTE	3	2	2	2	2	0	3	2	3
7 : PLANI	3	1	2	2	2	3	0	2	3
8 : SISTE	3	2	2	2	2	2	2	0	2
9 : AGUA	3	2	1	2	2	2	3	3	0

0: Sin Influencia; 1: Influencia débil; 2: Influencia moderada; 3: influencia fuerte

Tabla 2.19. Matriz de analisis estructural

N°	VARIABLE	NUMERO TOTAL DE FILAS	NUMERO TOTAL DE COLUMNAS
1	Protección y conservación de fuentes de agua	19	20
2	Biopreparados para el control de plagas y enfermedades	14	15
3	Conservación de semillas	15	16
4	Asociación de cultivos	16	16
5	Sistema de Alertas Tempranas Participativas	17	15
6	Rotación de potreros con cercas eléctricas y bebederos ecológicos móviles	19	16
7	Planificación predial y optimización del terreno	18	18
8	Riego por goteo o microaspersión	17	17
9	Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple	18	20
	Total	153	153

Tabla 2.20. Suma de columnas y filas de la Matriz de análisis estructural

- **Identificación de las variables esenciales o claves:** ésta fase consiste en la identificación de variables clave, es decir, esenciales a la evolución del sistema, en primer lugar mediante una clasificación directa y posteriormente por una clasificación indirecta, llamada MICMAC* para Matrices de Impactos

Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación. Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación en potencia de la matriz.

2.3.3 Visualización de variables en el plano de influencia x dependencia

De un modo muy intuitivo, la influencia directa de una variable puede apreciarse considerando las filas de la matriz estructural (acción de una variable en una fila sobre todas las otras variables en columnas). Una variable que sólo actúa sobre unas pocas variables, ejerce influencia directa sobre una parte bastante limitada del sistema. Del mismo modo, si se consideran las columnas de la matriz, se observará la dependencia directa ejercida sobre una determinada variable: es decir, todas las influencias directas que ejercen sobre ella las demás variables del sistema. Entonces, analizando sistemáticamente los elementos de cada fila y luego los de cada columna en la matriz de análisis estructural, para cada variable se obtienen indicadores de su potencial influencia y dependencia (respectivamente) respecto del sistema en su totalidad.

Es posible visualizar todas las variables del sistema y su entorno, ubicándolas en un gráfico de percepción (o plano de influencia – dependencia). Según esta forma de percepción, cada variable se presenta como un punto identificado por su número secuencial. Este punto tiene por ordenada el indicador de influencia de la variable y por abscisa su indicador de dependencia.

Sin embargo, una variable puede ejercer influencia sobre un número limitado de otras variables/factores, que a su vez actúan fuertemente sobre todo el sistema. Si bien su influencia directa es débil, variables particularmente fuertes pueden aumentarla. Para considerar este tipo de relaciones, es conveniente evaluar no sólo las relaciones directas que provienen de una variable, sino también las relaciones que permiten la propagación indirecta de la influencia de la variable.

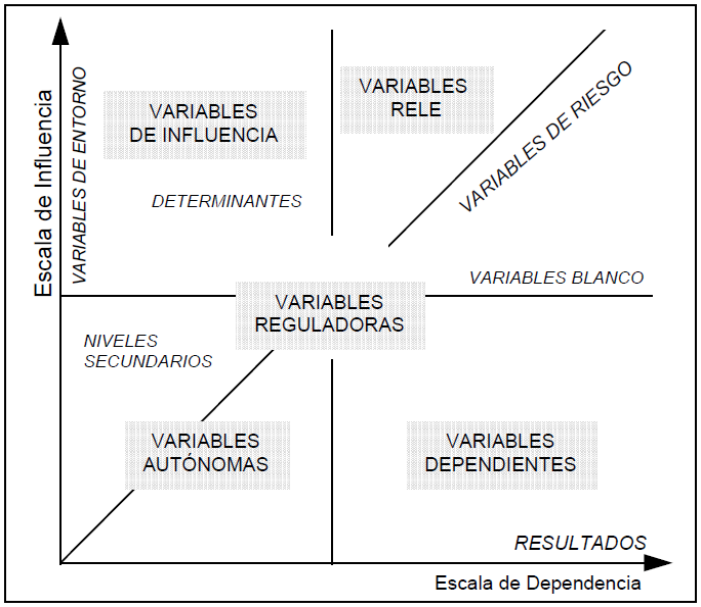


Figura 2.35. Interpretación del gráfico de influencia x dependencia y tipología de variables

Las variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno pueden proyectarse sobre el gráfico de influencia x dependencia. La distribución de la nube de puntos en este plano y en particular con respecto a los diversos cuadros que se forman alrededor de su centro de gravedad, permite identificar cuatro categorías de variables. Estas categorías se diferencian entre sí dependiendo de la función específica que pueden desempeñar en las dinámicas del sistema las variables que incluye cada una.

- **Cuadrante superior izquierdo**

Variables determinantes o "influyentes". Son todas muy influyentes y un tanto dependientes. La mayor parte del sistema depende entonces de estas variables, ubicadas en el cuadro superior izquierdo del gráfico de percepción. Las variables influyentes son los elementos más cruciales ya que pueden actuar sobre el sistema dependiendo de cuánto podamos controlarlas como un factor clave de inercia o de movimiento. También se consideran como variables de entrada en el sistema. Entre ellas, existen muchas veces variables del entorno que condicionan fuertemente el

sistema, pero en general no pueden ser controladas por éste y actúan más bien como un factor de inercia.

- **Cuadrante superior derecho.**

Variables relé. Son al mismo tiempo muy influyentes y muy dependientes. Estas variables ubicadas en el cuadro superior derecho del gráfico son, por naturaleza, factores de inestabilidad puesto que cualquier acción sobre ellas tiene consecuencias sobre las otras variables, en el caso que se cumplan ciertas condiciones sobre otras variables influyentes. Pero estas consecuencias pueden tener un efecto boomerang que amplifica o bien detiene el impulso inicial. Además, en este grupo de variables conviene realizar una distinción entre:

Las variables de riesgo, situadas más precisamente a lo largo de la diagonal, que tendrán muchas chances de despertar el deseo de actores importantes, ya que dado su carácter inestable, son un punto de ruptura para el sistema.

Las variables blanco, ubicadas por debajo de la diagonal más que a lo largo del límite norte-sur, son más dependientes que influyentes. Por lo tanto, se pueden considerar, en cierta medida, como el resultado de la evolución del sistema. Sin embargo, es posible actuar deliberadamente sobre ellas para que evolucionen en la forma deseada. Por consiguiente, estas variables representan posibles objetivos para el sistema en su totalidad, más que consecuencias absolutamente predeterminadas.

- **Cuadrante inferior derecho**

Variables dependientes o variables de resultado: Estas variables, situadas en el cuadro inferior derecho del gráfico, son al mismo tiempo un tanto influyentes y muy dependientes. Por consiguiente, son especialmente sensibles a la evolución de las variables influyentes y/o las variables relé. Son variables de salida del sistema.

- **Cuadrante inferior izquierdo**

Variables autónomas o excluidas: Son al mismo tiempo poco influyentes y poco dependientes. Estas variables están ubicadas en el cuadro inferior izquierdo, y

parecieran en gran medida no coincidir con el sistema, ya que por un lado no detienen la evolución del sistema, pero tampoco permiten obtener ninguna ventaja del mismo.

No obstante, en este grupo de variables es conveniente hacer una distinción entre:

Las variables desconectadas ubicadas cerca del eje de las coordenadas, cuya evolución parece estar bastante excluida de las dinámicas globales del sistema.

Las variables secundarias, que si bien son bastante autónomas, son más influyentes que dependientes. Estas variables están ubicadas en el cuadro inferior izquierdo, sobre la diagonal, y pueden ser utilizadas como variables secundarias o como puntos de aplicación para posibles medidas adicionales.

Finalmente, debemos mencionar un último tipo de variables, no tanto por su definición intrínseca sino más bien por su situación original con respecto a los otros tipos de variables. Son las **variables reguladoras**, ubicadas en su mayoría en el centro de gravedad del sistema. Pueden actuar sucesivamente como variables secundarias, débiles objetivos y variables secundarias de riesgo.

De acuerdo con los resultados del análisis de prácticas adaptativas, el mapa de influencia/dependencia directa, muestra en su cuadrante superior izquierdo que corresponde a “Variables de Influencia” con prácticas determinantes o influyentes, que son las más cruciales para el sistema. En este cuadrante la ubicación de la práctica **6. Rotación de potreros con cercas eléctricas y bebederos ecológicos móviles,** la categoriza como altamente influyente y poco dependiente. Esto tiene gran significancia en la zona debido a que la ganadería es una de las principales actividades económicas de la región, por lo que mejorar las alternativas de manejo en las prácticas que permiten optimizar el manejo de pastos, forrajes, rotación de las áreas de pastoreo con sistemas de cercas eléctricas, adecuando bebederos móviles, ha generado una buena respuesta de manejo que se refleja en la disminución de los conflictos del uso del suelo y de la relación económica.

La práctica **5. Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas** se ubica en la posición de “Variables de Entorno”; quiere decir que es una práctica influyente, que no depende de las demás, puede condicionar el sistema y no puede ser controlada por él. Es una práctica reciente pero se ha convertido en una herramienta de conocimiento del clima local de la región, que permite tomar decisiones oportunas frente a fenómenos de variabilidad climática. Es a través de esta práctica, que se han establecido lazos de conexión claves de intercambio de conocimiento del saber de las comunidades y del conocimiento científico; su organización en red vincula los actores comunitarios e institucionales para la toma oportuna de decisiones frente a las medidas de adaptación.

La Práctica**8. Riego por goteo o microaspersión o Sistemas de Riego,** además de pertenecer al grupo de prácticas influyentes, se ubica más hacia el centro de gravedad del gráfico, que corresponde a “Variables Reguladoras”, por esto, la práctica puede actuar como secundaria, con objetivos débiles o de riesgo. Es una práctica que depende mucho de la inversión interinstitucional y está muy limitada a su vez al acceso al agua y la optimización del sistema en si, como captación, distribución y almacenamiento. Se constituye en una práctica valiosa en el momento de planificar la cantidad de agua requerida para el desarrollo del cultivo, herramientas como el CROPWAT propuesto por la FAO, permite esta aplicación, de fácil acceso y que una vez puesta en práctica con las comunidades se puede unir al proceso de análisis y a la toma de decisiones, logrando una mejor gestión en el manejo del recurso hídrico, especialmente en zonas con problemas de abastecimiento; se asocia a su vez con el análisis que ofrece el sistema de alertas agroclimáticas participativas SAAPT.

El cuadrante superior derecho corresponde a “Variables Relé”, donde se ubican prácticas que se caracterizan por ser muy influyentes y muy dependientes; pueden ser consideradas como un factor de inestabilidad del sistema, ya que cualquier acción sobre ellas puede tener consecuencias sobre las demás. La práctica **7. Planificación predial y optimización del terreno** se ubica en este cuadrante, así como la práctica **1. Protección y conservación de fuentes de agua,** pero esta última se sitúa sobre la diagonal del cuadrante que corresponde a “Variables de riesgo”; esta práctica, según el análisis, tiene un carácter inestable que puede ser un punto de ruptura del sistema, por lo que tiene la oportunidad de despertar la atención

de actores importantes. Conviene destacar la forma en que la planificación predial con participación de la familia, se constituye en una práctica clave en la sostenibilidad del proceso, pues brinda alternativas de manejo en el territorio, optimizando los sistemas productivos y por consiguiente manteniendo la conservación de los ecosistemas de regulación hídrica.

Sin embargo cuando se rompe el trabajo de planificación con los actores comunitarios y la institucionalidad, y sus políticas públicas no permiten una ejecución pensando en procesos y por el contrario se ejecutan acciones desarticuladas y solo de inversiones temporales, se puede terminar con procesos de años, ya que se rompen los lazos de comunicación y de sostenibilidad. Efectivamente así se analiza en los resultados de la matriz. Las variables que se encuentren por debajo de la diagonal de este cuadrante, se denominan “Variables Blanco”; la Práctica**9. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple** se encuentra en este lugar, es una práctica más dependiente que influyente y se puede identificar como un resultado de la evolución del sistema.

Algunas prácticas se ubican en el cuadrante inferior izquierdo, denominado “Variables autónomas”; son poco influyentes y poco dependientes. En este cuadrante y sobre el sector de “Niveles secundarios” por encima de la diagonal, se ubican las prácticas**3. Conservación de semillas** y **4. Asociación de cultivos,** que pese a ser autónomas, son más influyentes que dependientes y pueden ser usadas como prácticas secundarias.

Estas prácticas se consideran muy importantes por el conocimiento de las comunidades, pero es evidente que puede ser calificada con un menor valor debido a que no se constituye en su principal actividad económica, sin embargo en los últimos años se ha visto fortalecida con la alianza de Custodios de semillas, quienes conservan semillas de la región adaptadas al clima y ven en este proceso una fortaleza frente a la seguridad alimentaria de sus familias. Es una práctica que ha ido evolucionando en el territorio, pues durante muchas décadas no era visible en los sistemas productivos, ya que como se ha explicado anteriormente es una zona en la que domina la producción ganadera. Se hace evidente este trabajo a partir de la identificación del estudio de vulnerabilidad con Naciones Unidas y el proyecto de la

fase piloto para la conformación del SAATP con la caracterización de los principales cultivos.

A través de estos procesos se fortalece la organización de los actores sociales en pro de identificar que familias tenían semillas nativas, para luego realizar una caracterización de ellas y un análisis de cuales semillas eran más resistentes a temporadas de verano o a temporadas de invierno; si bien es un proceso que ha formado parte de las tradiciones y de los saberes comunitarios, se hace evidente el riesgo que se tiene de que esta importante práctica que va ligada a la autonomía y seguridad alimentaria no se fortalezca, se pierda en el tiempo y no sea trasmitida a las nuevas generaciones, por la sustitución con alimentos procesados y semillas transgénicas.

Las comunidades manifiestan que son conscientes de la importancia que ello representa y la necesidad de que los bancos de semillas permitan que llegue a un mayor número de familias, incrementando su biodiversidad. En el anexo 3 se presenta la caracterización realizada con las comunidades y algunos ejemplos de la importancia que estas especies representan; es así como se incluyen algunas recetas tradicionales y la combinación de estas con algunas contemporáneas para mejorar la dieta alimenticia de las familias, prácticas que han permitido que la comunidad valore el trabajo de los custodios de semillas y se hagan participes de la multiplicación, intercambio y uso de semillas nativas.

La práctica **2. Biopreparados para el control de plagas y enfermedades** se ha venido fortaleciendo y sosteniendo, ya que las comunidades han encontrado en ella una alternativa de producción económica amigable con el ambiente, evitando problemas de contaminación a los suelos, aguas y alimentos que se consumen. En este sentido, se nota un cambio significativo a nivel de los actores sociales de la cuenca Piedras, y como réplica a dicho proceso, también se evidencia en otras subcuencas como Molino, Pisojé y custodios de semillas del cabildo de Puracé. Las prácticas de biopreparados y de abonos orgánicos se identificaron como tradicionales fortalecidas con el apoyo de instituciones, con quienes se incentivó la utilización de subproductos de las fincas para la elaboración de bioabonos, insecticidas, fungicidas y repelentes naturales a plagas, esta práctica tiene una fuerte relación con los procesos productivos de las familias y se considera que tiene un

impacto positivo para la calidad del agua tanto en la zona rural como urbana. Sin embargo, es evidente que cuando se incorporan cultivos comerciales no propios de la zona como papa a siembra de mayor escala, lulo, tomate, no se implementa esta práctica y por el contrario inmediatamente afecta la calidad del agua, como ocurrió durante el año 2013 de manera transitoria.

Como un resultado de este proceso, se ha planteado con los actores sociales la construcción participativa de una estrategia de certificación de confianza comunitaria como productores orgánicos, buscando a futuro posicionarlos comercialmente en los mercados verdes, con alternativas de mejorar los ingresos económicos.

Influencia indirecta: La comparación de la jerarquización de las variables en las clasificaciones directa e indirecta, es un proceso que permite confirmar la importancia de algunas de ellas, pero de igual manera permite descubrir las variables que en razón de sus acciones indirectas, juegan un papel principal y que la clasificación directa no ponía de manifiesto.

A continuación en la figura 2.33 se presenta el mapa de influencia dependencia indirecta.

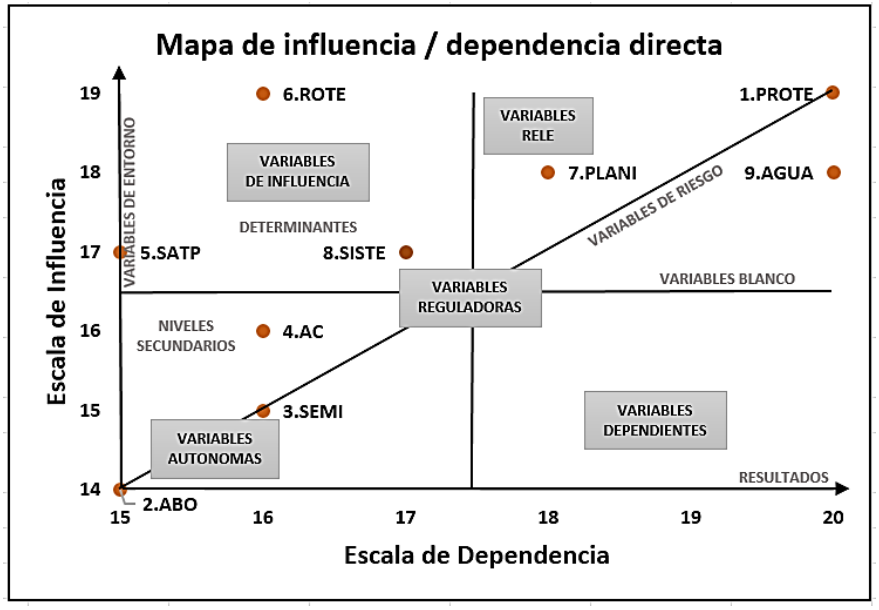


Figura 2.36. Mapa de influencia/dependencia directa.

Los resultados del mapa de Influencia/dependencia Indirecta no muestran cambios significativos, pues todas las prácticas se conservan en el cuadrante del análisis inicial y solo dos presentan un leve movimiento que tiende a incrementar su dependencia.

La Práctica**5. Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas** se conserva como influyente, pero presenta en este nuevo gráfico una dependencia del apoyo institucional; así mismo la Práctica 7. Planificación predial y optimización del terreno conserva su ubicación de “Variable Rele”, con más influencia y dependencia. Las demás prácticas conservan su posición, por lo que no se aprecian diferencias en la influencia indirecta que puedan tener.

El proceso socializado con el grupo de custodios de semillas pertenecientes a la red articulada en la cuenca Cauca, se convierte en un referente muy importante para la región, evidenciando como sus prácticas de manejo a nivel de sus sistemas productivos, influyen en todas las propuestas para disminuir los conflictos de uso del suelo y el relacionamiento con el entorno social, ambiental y cultural. Vale la pena destacar la relación que este proceso sustenta en torno al socioecosistema.

2.4 Conclusiones

La Dimensión Sociocultural de un territorio de acuerdo a la cosmovisión de sus actores es un pilar para la sostenibilidad de las propuestas de ordenación y el manejo de una cuenca altoandina, ya que esto incide en la gestión de los servicios ambientales y en la puesta en marcha de un enfoque de región con procesos de adaptación. Se suman las prácticas de manejo del territorio que se identifiquen en un socioecosistema, las cuales dependerán de la construcción de procesos colectivos entre actores comunitarios e institucionales, que deberán contar con las herramientas técnicas y económicas que permitan su implementación.

Se destaca en los resultados obtenidos la forma en que los procesos ambientales han permitido una mayor recuperación con la implementación y se han afianzado a

través de la planificación predial participativa como una estrategia de sostenibilidad para el desarrollo de acciones productivas y de conservación; se centran en la parcela familiar y permite escalar de abajo hacia arriba en los resultados a unidades territoriales mayores del socioecosistema. De estas interacciones se pueden analizar cambios en las coberturas de uso de suelo, tales como la de pastos naturales a Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, que pasó del 39,5% al 19,1%, permitiendo que se disminuyeran los conflictos por uso de suelo y la comunidades ampliaran el manejo de los ecosistemas de regulación hídrica, entre ellos aislamientos de nacimientos, bosques y repoblamiento forestal. Esta situación también se refleja en los cambios que se vieron de pastos a diferentes coberturas de bosque.

De estas diferentes interacciones, resultan relevantes las medidas de adaptación que las comunidades han desarrollado en el territorio para contrarrestar problemas de variabilidad climática, como son la protección y conservación de fuentes de agua, la preservación de semillas nativas, asociación de cultivos y manejo de biopreparados y abonos orgánicos, rotación de potreros, cercas eléctricas para el manejo de la ganadería con el establecimiento de sistemas silvopastoriles y la optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento.

Lo anterior tiene relación e interacción con la resolución de conflictos por tenencia de la tierra, que pasó de 47 predios (54%) en 1989 a 6 (17%) en 2017, por influencia de la firma del Pacto de Paz y Convivencia entre los actores sociales y las respuestas del Estado para enfrentar dicha situación. Sin embargo, resulta preocupante la tensión remanente a partir de que los principales beneficios han sido para las comunidades indígenas y en un bajo porcentaje para las campesinas, aunque ambas han trabajado en este aspecto.

En la experiencia caracterizada en la subcuenca Piedras y sectores de influencia contigua, se puede concluir que a través del socioecosistema se conforma una red de interacción entre sus subsistemas, en las que se generan propiedades emergentes que se desarrollan en diferentes escalas y temporalidades, exigiendo una evaluación multiescalar y multitemporal, con el fin de orientar procesos de gestión acordes a las respuestas de la resiliencia del ecosistema y al manejo adaptativo, considerando las particularidades de cada región, entre ellas los hitos históricos, rescatando saberes comunitarios y lecciones aprendidas, tanto positivas como negativas, para lograr identificar, caracterizar e impulsar prácticas de adaptación que respondan a mejorar la capacidad de adaptación y la resiliencia socioecosistémica.

Capítulo 3.

Principios, conceptos e indicadores aplicados al manejo adaptativo en el territorio (Paso 3)

3.1 Introducción

Teniendo en cuenta la caracterización del socioecosistema del caso de estudio e identificando las prácticas relevantes ante respuestas de factores tanto internos como externos del entorno, se procedió a realizar una socialización con los actores sociales e institucionales, analizando la generación de transformaciones en el territorio que a través del tiempo se habían generado, y que conllevaban a respuestas tanto positivas como negativas en la gestión y manejo de la subcuenca.

Se pudo entrever la importancia de construir alternativas más eficaces entorno a los beneficios sociales de las comunidades con el fin de dar mayor sostenibilidad al proceso, y que este aspecto podría continuar su fortalecimiento, sólo si se asumía un compromiso de corresponsabilidad social. A través de los representantes de los actores sociales, familias custodias de semillas y del equipo interdisciplinario de profesionales y técnicos del Acueducto y Alcantarillado de Popayán y la Fundación Procuenca Río Las Piedras, se priorizaron los principios determinantes y los indicadores que permitían evaluar resultados y sustentar la investigación, considerando una participación interactiva con los actores comunitarios.

En este capítulo se presenta la discusión de conceptos que se puedan integrar a la formulación del enfoque y su relación con los principios que direccionen su implementación. Lo anterior se relaciona a su vez con el análisis de indicadores que responden a la evaluación de la respuesta de capacitación y generación de conocimiento, con el fin de develar la capacidad de cambio y adaptación. La evaluación se realizó teniendo en cuenta la referencia de las parcelas de investigación, indagando respuestas de las familias custodias de semillas en relación a las prácticas de adaptación, que han permitido obtener respuestas frente a los fenómenos de variabilidad climática, en el marco del sistema de alertas agroclimáticas tempranas participativas SAATP, que permite conocer el clima local y la importancia en su seguimiento, especialmente durante uno de los fenómenos de variabilidad climática que se convierte en un referente de análisis frente a las respuestas que se implementaron para contrarrestar sus efectos.

Finalmente, considerando estas evaluaciones, se aplicaron modelos para analizar los cambios futuros en coberturas del suelo, en oferta y demanda hídrica y cómo pueden estos ayudar en la toma de decisiones de los procesos de gestión. A través de este capítulo se desarrolla el objetivo 2 y se realizan aportes para el cumplimiento del objetivo 3.

3.2 Principios y conceptos determinantes para la construcción del enfoque

Fueron seleccionados para la aplicación del enfoque los principios de Bellagio, que son lineamientos guía para orientar acciones de desarrollo sustentable, y actividades de evaluación de grupos comunitarios, ONG, corporaciones, gobiernos y otras organizaciones. Sus planteamientos nacen del seguimiento de especialistas para procesos de evaluación en el marco de lo planteado por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo en 1996. En ellos se destaca:

- **Visión y metas guía**

Ser guiada por una visión clara del desarrollo sostenible y las metas que definen dicha visión. De este principio se resalta la importancia que implica tener objetivos claros en el momento de plantear un abordaje del manejo adaptativo, el cual deberá contar con los diferentes puntos de vista de los actores que intervengan en el territorio. Precisamente en las diferencias de apreciaciones o visión del territorio, es donde se pierden las alianzas o se rompen los consensos. Debe haber una claridad sobre el rol de los actores y de qué manera se establecen sus relacionamientos.

- **Perspectiva holística**

Incluir la revisión de todo el sistema, así como sus partes.

Considerar el bienestar de los sub-sistemas social, ecológico y económico, su estado, la dirección y tasa de variación de dicho estado y sus componentes, así como la interacción entre las partes.

Considerar tanto las consecuencias positivas como negativas de la actividad humana, en forma tal que estén reflejados los costos y beneficios para los sistemas humanos y ecológicos, en términos monetarios y no monetarios.

Frente a este principio es importante analizar que no se puede direccionar un proceso en torno a un socioecosistema, si se tiene un desconocimiento de él. Resulta relevante realizar una caracterización a través de diferentes procesos de investigación, logrando develar particularidades y las interacciones de influencia que determinan nuevos cambios o tendencias que son objeto de adaptación. En este sentido, se deben definir los subsistemas que integran el socioecosistema de estudio y las variables que pueden ser incluidas para mejorar los niveles socioeconómicos de la población, a través de estímulos de inversión de programas y proyectos que puedan ser definidos en un esquema de pago por servicios ambientales, como los que se orientan en los fondos de agua.

- **Elementos esenciales**

Considerar la equidad y disparidad entre la población actual y las generaciones presentes y futuras, lidiando con asuntos tales como uso de recursos, sobre-consumo y pobreza, derechos humanos y acceso a los servicios, cuando sea apropiado.

Considerar las condiciones ecológicas de las que depende la vida.

Considerar el desarrollo económico y otras actividades no-económicas que contribuyen al bienestar humano/social.

De acuerdo a los elementos esenciales propuestos para este principio se puede analizar la importancia de optimizar las potencialidades de los servicios ecosistémicos, en pro de una adecuada gestión a favor del bienestar humano. Permite abordar la complejidad en sí de lo que ello implica. Ponerlo en práctica tiene

retos de incluir procesos de cogestión adaptativa y gobernanza, fortaleciendo la resiliencia socioecosistémica

- **Alcance adecuado**

Adoptar un horizonte de tiempo para capturar tanto la escala de los ciclos humanos como la de los ecosistemas para responder a las necesidades de las futuras generaciones, así como para la toma de decisiones en el presente y en el corto plazo.

Definir un ámbito de estudio suficientemente amplio para incluir no sólo los impactos locales, sino también los impactos de larga distancia sobre las personas y los ecosistemas.

Construir sobre la base de condiciones históricas y actuales para anticipar las condiciones futuras: a dónde queremos ir, a dónde podríamos ir.

A partir de este principio, se puede considerar la importancia que cobra nuevamente el conocimiento que se debe tener del socioecosistema, definiendo con claridad los alcances que se tracen a corto, mediano y largo plazo, afianzando la gobernanza efectiva para la toma de decisiones participativas e incluyentes en el que se tenga un conocimiento claro del entorno, su origen, hitos históricos, transformaciones y retos, que permitan proyectar metas posibles sin desconocer las políticas internas de las comunidades y su articulación con las políticas externas definidas por el estado.

- **Enfoque práctico**

Debe estar basado en un conjunto de categorías o un marco organizador que vincule la visión y las metas con los indicadores y criterios de evaluación.

Un número limitado de aspectos claves para el análisis.

Un número limitado de indicadores o una combinación de indicadores para proporcionar señales de progreso más claras.

Estandarizar las mediciones cuando sea posible, para permitir las comparaciones.

Comparar los valores de los indicadores para objetivos, valores referenciales, rangos, umbrales o dirección de las tendencias, cuando sea apropiado.

En este principio se resalta la importancia de la objetividad del análisis que se quiere abordar en el socioecosistema. Se podrán definir los indicadores que respondan a las condiciones locales pertinentes, que permiten realizar evaluaciones y proponer los seguimientos y monitoreos efectivos frente a los procesos que requieran ajuste, o conocer los cambios que se están generando y proyectarlos con escenarios que permitan analizar las tendencias que se pueden presentar en el momento de transformación generada por impulsores externos e internos del socioecosistema, propiciando la gestión oportuna para los procesos de adaptación.

- **Transparencia**

Hacer que los métodos y datos utilizados sean accesibles para todos.

Hacer explícitos todos los juicios, presunciones e incertidumbres en los datos y en las interpretaciones.

En este principio no solo se debe destacar la importancia de la transparencia; ésta se armoniza con la orientación que deben tener los procesos para ser replicables y entendibles. Por eso es muy importante analizar métodos de fácil acceso y que permitan aplicar procesos de comunicación de la información. Es recomendable concertar y construir con las comunidades la recolección de la información, su análisis y sobre todo la aplicación que pueda tener en su territorio, o de lo contrario se convertirá en simple información institucional que difícilmente pueda ser aplicada en el contexto sociocultural.

- **Comunicación efectiva**

Debe ser diseñada para atender las necesidades de la audiencia y el conjunto de usuarios.

Debe ser obtenida de los indicadores y otras herramientas que sean estimulantes y sirvan para comprometer a los tomadores de decisiones.

Buscar, desde el inicio, la simplicidad en la estructura y usar lenguaje claro y sencillo.

En este principio vuelve a tomar relevancia la comunicación, la cual es clave para la difusión de los procesos. La oportuna comunicación y el evitar vacíos de información permitirán consenso, resolución de conflictos y respuestas oportunas. Para lograrlo, se debe tener claridad en cuáles son los actores que participan de la planificación, manejo y gestión del territorio tanto a nivel comunitario como institucional; de lo contrario, desconocer el contexto sociocultural podrá generar conflictos al interior de las comunidades y rechazo a la implementación de los proyectos. La comunicación debe permitir una retroalimentación permanente, con el fin de conocer cómo se avanza en la implementación de las medidas de adaptación; su socialización en diferentes niveles, tanto institucional como comunitaria, pues de otra manera será muy difícil lograr una adecuada respuesta en el momento que los cambios se presenten de manera sorpresiva. Por ejemplo, el contar con un sistema de alertas tempranas, permitirá tomar decisiones oportunas ante un evento y será exitoso en la medida en que las comunidades y las instituciones estén articuladas a través de una buena comunicación

- **Participación amplia**

Obtener una participación amplia de los principales grupos de organizaciones de base — profesionales, grupos técnicos y sociales, incluyendo a los jóvenes, mujeres y pueblos indígenas— a fin de asegurar el reconocimiento de los diversos y cambiantes valores.

Asegurar la participación de los tomadores de decisiones para garantizar un firme enlace con las políticas adoptadas y sus consecuentes acciones.

Este es uno de los principios de mayor relevancia para la construcción del enfoque, pues se relaciona con el concepto de la gobernanza, que no debe ser pasiva sino activa. Se debe tener especial cuidado para definir con claridad el nivel de participación que se requiere; en este sentido existen diferentes niveles de

participación en los que no se logran impactos, solo asistencia pero no consensos, no hay construcción de procesos ni directrices que permitan tomar decisiones. Se debe conocer a los participantes, su razón para participar, qué esperan del proceso, qué compromisos van asumir y de qué manera serán parte de la implementación de la propuesta.

- **Evaluación continua**

Desarrollar la capacidad de realizar mediciones periódicas para determinar las direcciones.

Ser iterativo, adaptable y sensible a los cambios e incertidumbres, pues los sistemas son complejos y cambian con frecuencia.

Ajustarse a las metas, marcos e indicadores a medida que se adquieren nuevos conocimientos.

Promover el desarrollo del aprendizaje colectivo y la retroalimentación para la toma de decisiones.

Este principio permite que para el desarrollo del enfoque se tenga claridad, que se definan los indicadores claves de seguimiento y monitoreo, los mecanismos que permitirán un ajuste en los procesos de adaptación en el socioecosistema, direcciona la dinámica de continuidad del proceso y asegura que no se dejará de lado en un corto plazo; deberán integrarse los instrumentos de planificación local y armonizarlos con los indicadores regionales, nacionales e internacionales.

A través de una adecuada selección de indicadores, se podrán establecer las variables que están generando cambios en los subsistemas, entre ellos los generados por el estrés ambiental por fenómenos de variabilidad climática, heladas, plagas en los cultivos, entre otros, que son objeto de análisis para concertar medidas de adaptación que permitan afianzar la capacidad de adaptación, disminuyendo la vulnerabilidad. Frente a esto resulta relevante el compartir el conocimiento endógeno a través del diálogo de saberes con los actores comunitarios y las instituciones,

promoviendo así el aprendizaje colectivo para la toma de decisiones oportunas en el marco de la gestión del riesgo.

- **Capacidad institucional**

La continuidad en la evaluación del proceso hacia el desarrollo sostenible debe estar asegurada por una clara asignación de responsabilidades y el suministro de apoyo constante en el proceso de toma de decisiones.

La provisión de capacidad institucional para la recolección, mantenimiento y documentación de datos.

El apoyo al desarrollo de la capacidad local para la evaluación.

La capacidad institucional es clave para intervenir en un territorio; esta dependerá en gran medida del relacionamiento con los actores, concertación, construcción del enfoque adaptativo y su sostenibilidad. El éxito de la capacidad institucional estará en la articulación entre las diferentes entidades que incidan en el territorio y en la continuidad de los procesos, que solo trascienden en la medida en que la gobernanza se orienta hacia el fortalecimiento de sus actores tanto institucionales como comunitarios, para obtener respuestas oportunas de adaptación ante las dinámicas y transformaciones del entorno.

3.3 Indicadores de análisis para la construcción del enfoque

Como lo cita el Marco MESMIS (López-Ridaura*et al.*, 2002) a través de diferentes autores (Belcher *et al.*, 2004; Gallopín, 1996; Garcia & Staples, 2000; Quiroga, 2001), la selección de indicadores deben conceder información sobre la condición y/o tendencia, fluctuaciones de un atributo clave en el ecosistema considerado como

relevante en el sistema. Deben también dar información para el proceso de toma de decisiones.

Los indicadores son escogidos para describir la evolución del sistema de interés, para determinar su comportamiento en relación a metas u objetivos y/o monitorear cambios a través del sistema, incluyendo los componentes económicos y biofísicos; proveen señales que facilitan la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta de lograr el bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea. Los indicadores seleccionados se muestran en la tabla 3.1.

Indicador de Estado[37]	**Capacitación y generación de conocimiento**	**Indicador para analizar disponibilidad de servicios ambientales**	
		Cambios en coberturas	**Acceso al Agua Balance hídrico con proyección de demanda**
Criterio de Diagnóstico	Prácticas de adaptación Conocimiento del clima local para toma de decisiones en medidas de adaptación SAATP	Tendencia en el tiempo de las coberturas del uso del suelo para analizar la respuesta en la gestión y manejo del territorio, si se mantienen las prácticas de adaptación.	Conservación
Subsistema	Sociocultural Agroecológico	Biofísico	Biofísico
Indicador de manejo	Relacionan manejo y propuestas de adaptación	Coberturas a 2040	Demanda proyectada de agua al 2040
Cualitativo[38]	X		
Cuantitativo[39]		X	X
Escala[40]	Parcelas de la Subcuenca	Subcuenca1:100.000	Subcuenca
Método	Entrevistas Monitoreo en parcelas Encuestas	Modelo con metodología de las cadenas de Markov	Modelo Weap

Tabla 3.1. Indicadores seleccionados.

[37] Existen indicadores de estado y de manejo (Abbona *et al*., 2007). aportan información del estado actual de un recurso natural o social como rendimientos, balances de nutrientes, costos de producción, índices, entre otros.

[38] Las variables cualitativas se utilizan comúnmente para medir propiedades o cualidades que tienen o pueden tener una naturaleza subjetiva, por ejemplo las percepciones estéticas.

[39] Las variables cuantitativas miden propiedades tangibles, susceptibles de ser calculadas e interpretadas numéricamente

[40]Escala (hacia arriba o hacia abajo) significa ligar procesos y actores procedentes de otros niveles espaciales, temporales y sociales (Lovell *et al*., 2002)

3.3.1 Indicador de capacitación y generación de conocimiento a través de prácticas de adaptación y el SAATP

Los indicadores locales son importantes para validar las respuestas de adaptación, es por esto que para el caso de estudio se relacionaron las 9 prácticas priorizadas en el capítulo 2, numeral 2.5.2, con los componentes de los subsistemas sociocultural y agroecológico; este análisis a su vez se realizó comparando ecosistemas vecinos del área de la subcuenca río Las Piedras, en subcuencas que igualmente son fuentes de abastecimiento y forman parte de los ecosistemas de las cuencas altoandinas. Se integra a este análisis de indicadores locales, los resultados de la aplicación del sistema de alertas agroclimáticas participativas, como parte de la construcción del conocimiento endógeno y científico, en la que se relaciona el clima local, la articulación social de las comunidades y la relación con la toma de decisiones frente a la adaptación, haciendo énfasis en el conocimiento de las variables climáticas en el territorio y la manera en que éste debe prepararse para los cambios que le permitan ser más resiliente y tener un manejo adaptativo.

a. Prácticas de adaptación

Teniendo en cuenta 81 parcelas de las familias custodias de semillas, se realizaron 281 encuestas (Anexo 2) para conocer de qué manera las nueve prácticas seleccionadas respondían a cambios de adaptación en el territorio. Se aclara que no todas las familias encuestadas implementan de igual manera dichas prácticas.

Las prácticas más implementadas son protección y conservación de fuentes de agua, conservación de semillas nativas y asociación de cultivos. Entre las menos implementadas está el riego, por los costos de su implementación y por ser una práctica dependiente de recursos de apoyo institucional.

De otra parte, las comunidades han apropiado el SAATP, aunque está en construcción y lo ven dependiente del trabajo interinstitucional. Por tal razón se analizan a continuación las prácticas que las comunidades consideran son sostenibles de acuerdo a sus usos y costumbres. En este proceso se indagó si las prácticas mejoraban la seguridad alimentaria y el sistema productivo, si a través de ellas las zonas de protección se mantenían, si se evitan problemas de

contaminación, si se permitía un mejor uso del suelo, su comportamiento frente a los problemas de cambios por excesos de lluvias, temporadas secas, eventos de heladas o granizadas, y cuales prácticas se asociaban a una mejor respuesta.

Para el análisis comparativo del impacto de las nueve prácticas sobre los eventos de variabilidad climática de Niña del 2012 y Niño del 2015 y la respuesta de adaptación, se utilizó el método estadístico ANOVA de Kruskal –Wallis.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que respecto a la mejora de la seguridad alimentaria, no existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio (H = 10.492, P = 0.1054).Sin embargo, se logra evidenciar que la optimización de los sistemas de captación de agua, es decir captación, conducción, almacenamiento y distribución, es la práctica que más se relaciona con la mejora de la seguridad alimentaria, debido a esto facilita el sostenimiento de la producción durante todo el año, seguido de las prácticas de la conservación de semillas, producción de abonos, asociación de cultivos (Figura 3.1). En la medida en que esta práctica se ha implementado, las comunidades han eliminado antiguos canales abiertos que generaban pérdida del recurso hídrico, infiltración a los suelos generando erosión y conflictos comunitarios por no tener una regulación adecuada al acceso al agua de comunidades de las partes bajas.

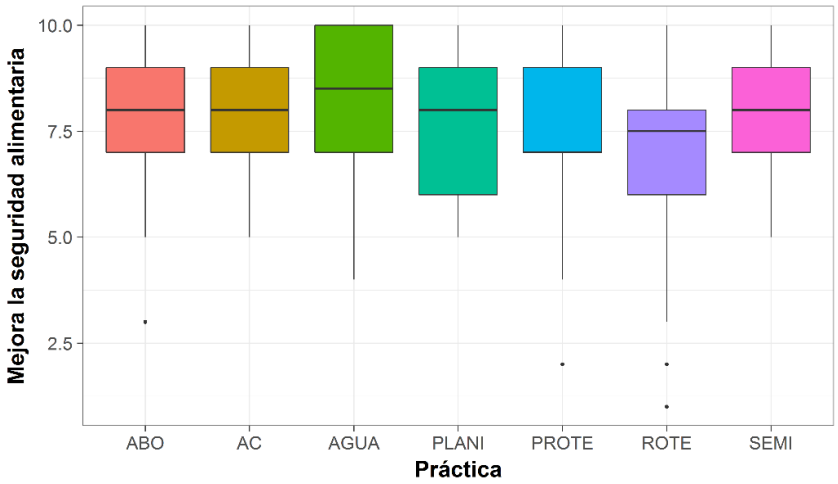


Figura 3.1. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a la mejora de la seguridad alimentaria.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que respecto a la mejora del sistema productivo, que hace referencia al desarrollo de los subsistemas agrícolas y pecuarios, no existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio (*H* = 9.2173, *P* = 0.1617). La optimización de los sistemas de captación de agua es la práctica que más contribuye a la mejora del sistema productivo, que como ya se explicó anteriormente garantiza la producción durante todo el año y evita especialmente la presión sobre las fuentes hídricas que ya han sido aisladas y se encuentran en proceso de recuperación.

Tienen importancia las prácticas de planificación del territorio, que permiten la optimización del uso y manejo del suelo, integrando otras como el manejo de semillas, unido a los sistemas de protección y la implementación de aquellas que permiten el manejo de la ganadería, con la rotación de potreros manejo de cercas eléctricas y bebederos ecológicos(Figura 3.2).

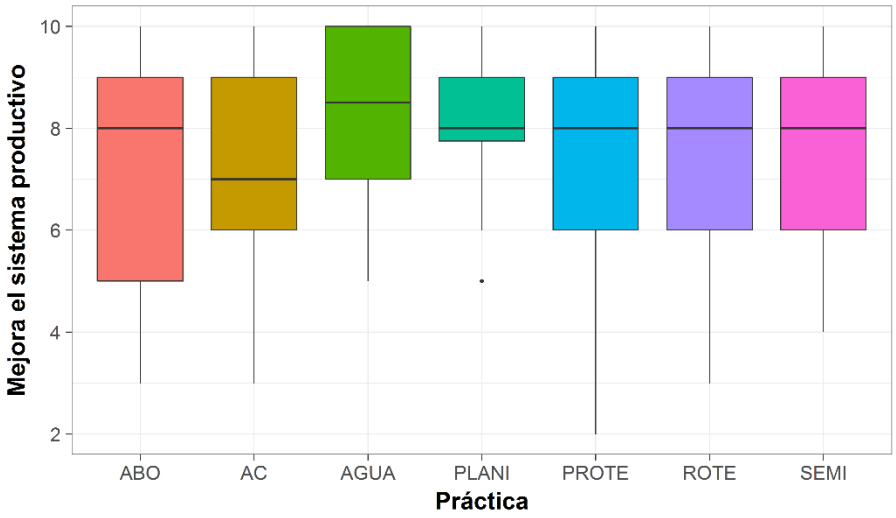


Figura 3.2.Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a la mejora del sistema productivo

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que respecto a la mejora del sistema de zonas de protección, existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio (*H* = 42.151, *P* = 1.717e-07) (Figura 3.3).

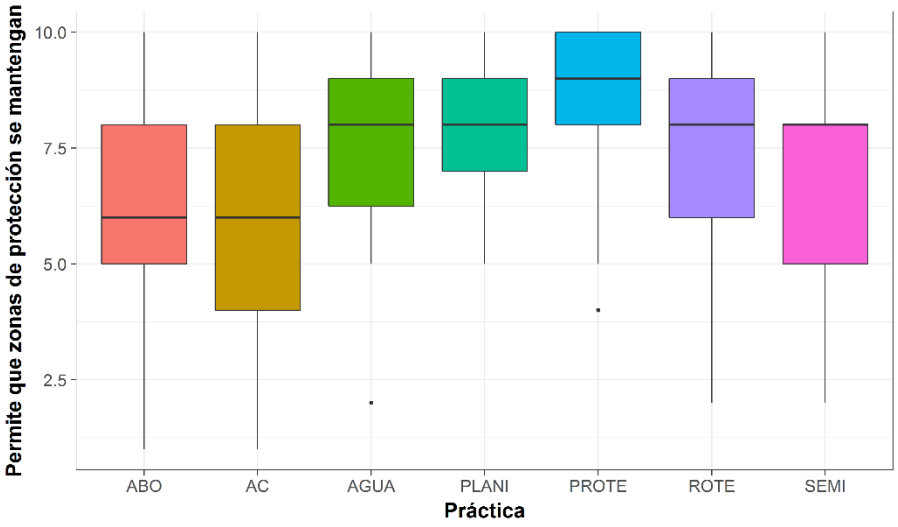


Figura 3.3.Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que las zonas de protección se mantengan.

Al realizar las comparaciones múltiples por medio del test de Dunn (Tabla 3.2), se encontraron diferencias significativas entre la práctica de producción de abonos orgánicos respecto a la planificación del territorio, protección de fuentes de agua, rotación de terrenos y conservación de semillas. De igual modo existen diferencias significativas entre asociación de cultivos respecto a la planificación del territorio y rotación de terrenos, y entre esta última respecto a la optimización de sistemas de captación de agua.

	ABO	**AC**	**AGUA**	**PLANI**	**PROTE**	**ROTE**
AC	1.0000	-	-	-	-	-
AGUA	0.9598	1.0000	-	-	-	-
PLANI	**0.0096**	**0.0293**	0.4383	-	-	-
PROTE	**0.0305**	0.0731	0.7618	1.0000	-	-
ROTE	**3.1e-06**	**2.4e-05**	**0.0029**	0.9478	0.6875	-
SEMI	**0.0382**	0.0994	0.9598	1.0000	1.0000	0.1758

Tabla 3.2.Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que las zonas de protección se mantengan.

La práctica que mayor importancia tiene en cuanto a que se mantengan las zonas de protección es la protección de fuentes de agua, la cual se realiza a través de

procesos de aislamiento de nacimientos, zonas de bosque, humedales, zonas de protección de cauces, enriquecimientos por procesos de reforestación o regeneración natural, articulado con las comunidades con quienes se propicia un canje ecológico, como estrategia de estímulo de conservar a cambio del fortalecimiento de las actividades productivas de la familia; esto es un ejemplo de la forma como se ha implementado el pago por servicios ambientales por parte de las instituciones en la zona.

Esta práctica ha tenido una gran evolución, ya que al inicio de los años 90 las comunidades eran muy reacias a adelantarla, argumentando que solo beneficiaría a la ciudad y que afectaría la posesión sobre las tierras, ya que las entidades se quedarían con ellas con la premisa de que “nosotros no comemos árboles”; en la medida en que se han fortalecido las actividades productivas, seguida de la optimización de sistemas de captación de agua, planificación del territorio y rotación de terrenos para optimizar la ganadería, las comunidades empezaron a valorar esta práctica, ya que se hizo evidente el impacto en la oferta hídrica para mantener sus sistemas productivos, el acceso al agua para el abastecimiento de los acueductos veredales y los sistemas de uso múltiple de soluciones de agua, que para muchas familias representa la única fuente de abastecimiento. Así mismo en la medida en que los fenómenos climáticos han impactado el territorio, especialmente en las épocas de bajas precipitaciones, han podido comprobar que las zonas que fueron protegidas con anterioridad han tenido resultados de mayor regulación y por el contrario n las zonas intervenidas y que no han tenido dicha práctica, los nacimientos de agua se secaron y tuvieron crisis para el abastecimiento de sus sistemas.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que respecto a si se evita problemas de contaminación, existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio (H = 13.076, P = 0.04184) (Figura 3.4).

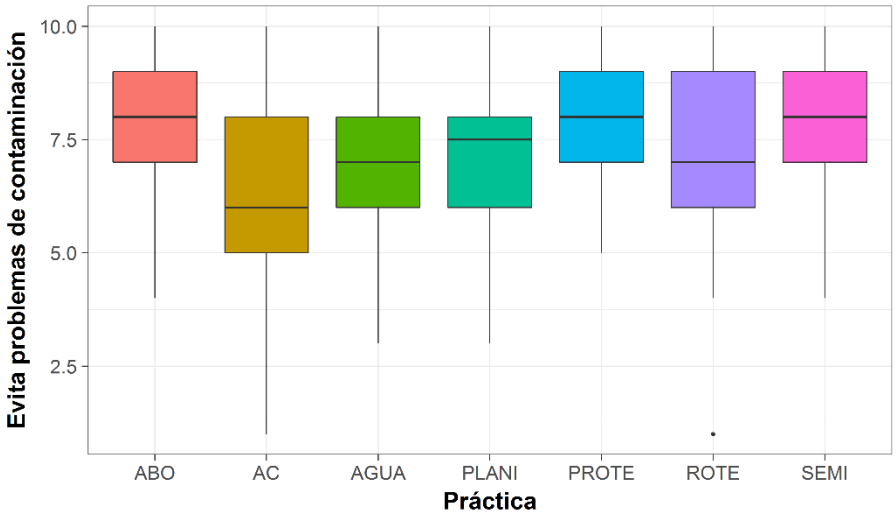


Figura 3.4. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que se eviten problemas de contaminación.

Al realizar las comparaciones múltiples por medio del test de Dunn (Tabla 3.3) se encontró una leve diferencia entre las prácticas asociación de cultivos y producción de abonos. Las prácticas que más se asocian a evitar problemas de contaminación son rotación de terrenos, conservación de semillas y producción de abonos orgánicos, especialmente esta última que incorpora técnicas de producción limpias para evitar la utilización de fungicidas y herbicidas que alteran las características fisicoquímicas del agua y contribuyen a la contaminación.

	ABO	**AC**	**AGUA**	**PLANI**	**PROTE**	**ROTE**
AC	**0.056**	-	-	-	-	-
AGUA	0.366	1.000	-	-	-	-
PLANI	1.000	0.875	1.000	-	-	-
PROTE	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-
ROTE	0.275	1.000	1.000	1.000	1.000	-
SEMI	1.000	0.948	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 3.3.Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que se eviten problemas de contaminación.

Así mismo, con los procesos de planificación y rotación de terrenos que se utilizan en la ganadería, se evita la presión del ganado sobre sitios en que funcionan los sistemas de captación de agua y la contaminación que por ello se puede generar por heces fecales. El poder destinar los sitios adecuados para la producción y el manejo de alternativas en ese mismo sentido, evidencia una buena respuesta de gestión que evita los problemas de contaminación en las fuentes hídricas.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que respecto al mejor uso del suelo, no existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio (H= 10.662, P = 0.09939). La planificación del territorio es la práctica que mejor se relaciona con el mejor uso del suelo; está asociada al manejo de los sistemas productivos con la asociación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y el acceso al agua para el desarrollo de los sistemas (Figura 3.5).

Este resultado también se puede asociar con los cambios en los mosaicos de uso del suelo en el que las comunidades integran la producción y la conservación a través de sistemas de planificación ambiental, mejorando el uso del suelo y disminuyendo los conflictos por uso.

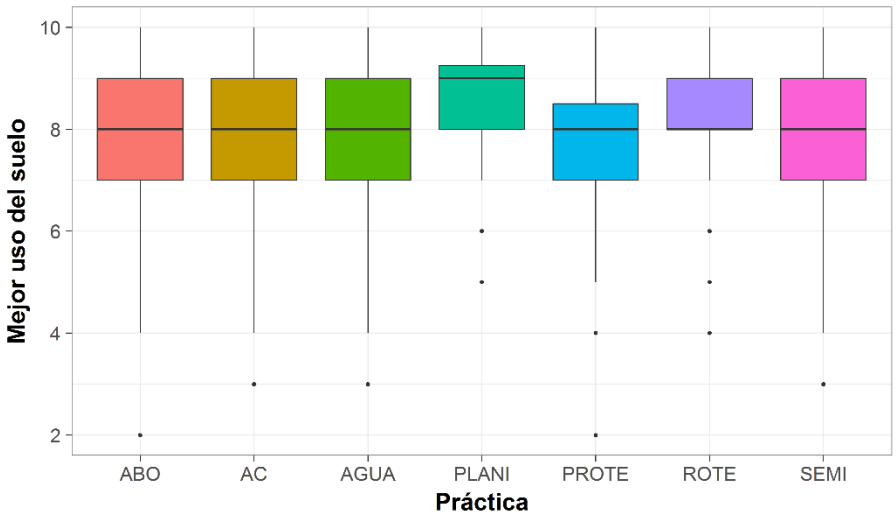


Figura 3.5. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto al mejor uso del suelo.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que respecto así se evitan problemas generados por excesos de lluvias, existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio (*H*= 17.082, *P* = 0.008986) (Figura 3.6).

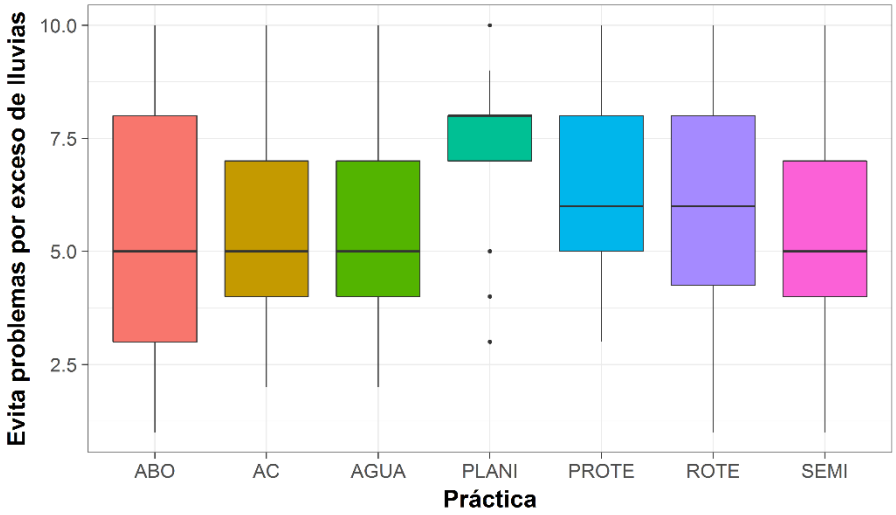


Figura 3.6.Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por lluvias.

Al realizar las comparaciones múltiples por medio del test de Dunn (Tabla 3.4) se encontraron diferencias significativas entre la práctica protección de fuentes de agua respecto a las prácticas producción de abonos, asociación de cultivos, optimización de sistemas de captación de agua y planificación del territorio. La práctica que más se relaciona con evitar problemas por excesos de lluvia es la planificación del territorio, seguida por protección de fuentes de agua y rotación de terrenos. Este resultado evidencia que sin duda la planificación de la parcela sigue siendo un eje fundamental para evitar las afectaciones por los problemas de variabilidad climática y disminuir la incertidumbre que este pudiera tener en el territorio, ya que el tener definido un mejor uso del suelo con prácticas de conservación minimizará el impacto que el socioecosistema pueda llegar a tener, como arrastre del suelo por escorrentía superficial y generación de movimientos en masa por falta de regulación entre otros.

	ABO	AC	AGUA	PLANI	PROTE	ROTE
AC	1.000	-	-	-	-	-
AGUA	1.000	1.000	-	-	-	-
PLANI	1.000	1.000	1.000	-	-	-
PROTE	**0.047**	**0.038**	**0.020**	**0.017**	-	-
ROTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-
SEMI	1.000	1.000	1.000	1.000	0.212	1.000

Tabla 3.4.Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por lluvias.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que no existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a la variable evita problemas generados por granizadas (*H*= 4.6576, *P* = 0.5884). Sin embargo la práctica con mayor importancia en cuanto a evitar problemas por granizadas es la planificación del territorio, seguida por protección de fuentes de agua y conservación de semillas (Figura 3.7).

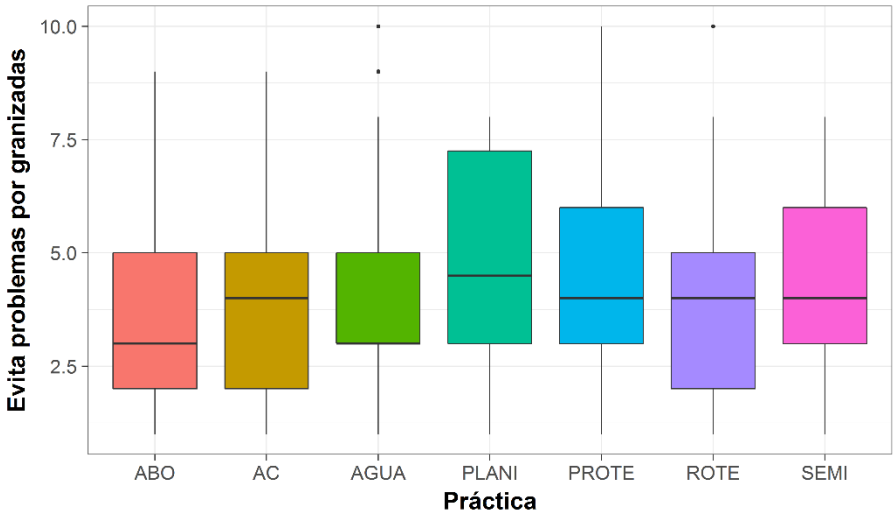


Figura 3.7.Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por granizadas.

Este resultado evidencia que cuando se planifica la parcela asociado a prácticas de protección, se pueden tener barreras vivas que ayuden a minimizar el impacto por

estos fenómenos. Así mismo, con semillas adaptadas a los territorios se puede tener una mejor respuesta y menor afectación.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que no existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a que se eviten problemas generados por heladas (*H*= 3.2597, *P* = 0.7756). La práctica que más se relaciona con evitar problemas por heladas es la planificación del territorio seguida por producción de abonos y conservación de semillas (Figura 3.8). Si bien es un fenómeno difícil de controlar, si se puede disminuir su incertidumbre cuando se tiene un manejo adecuado de planificación y se cuenta con barreras multipropósito que disminuyen el impacto. Se asocia también a este manejo prácticas como fogatas para incrementar la temperatura, regar previamente el cultivo y toma relevancia la utilización de los biopreparados, una vez se presenta el fenómeno para restablecer el daño causado, pues mejora de la fase vegetativa de los cultivos y evita que se presenten daños o pérdidas totales del cultivo.

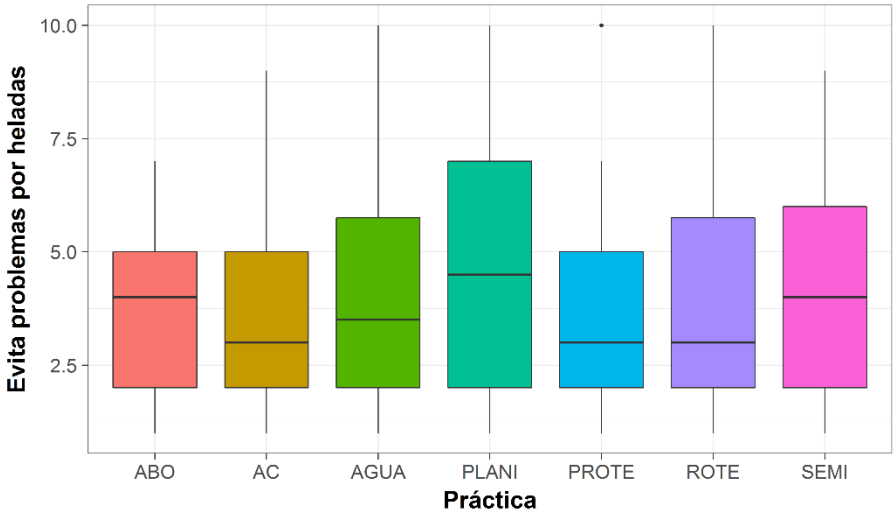


Figura 3.8. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por heladas.

El ANOVA de Kruskal-Wallis muestra que existen diferencias significativas entre las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a la variable evita problemas generados por sequías (Figura 3.9).

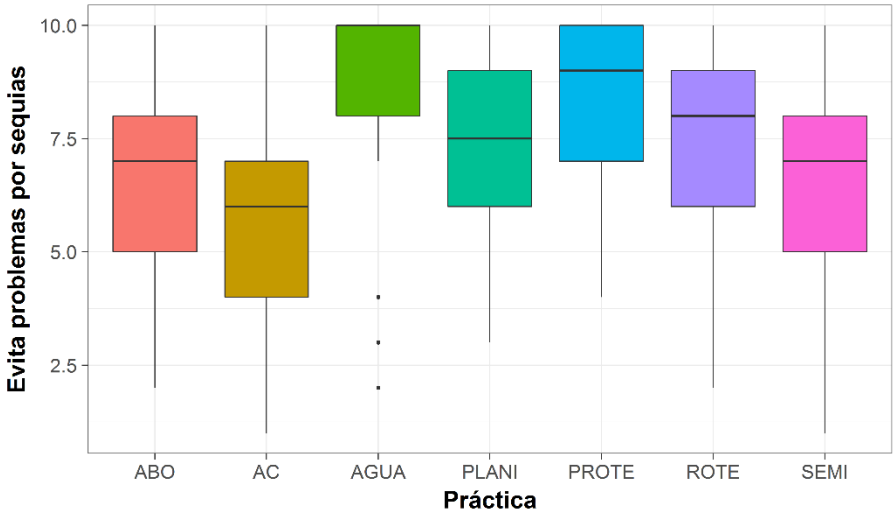


Figura 3.9. Diagramas de caja que muestran la relación entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por sequías.

Al realizar las comparaciones múltiples por medio del test de Dunn (Tabla 3.5), se encontraron diferencias significativas entre las prácticas planificación del territorio y rotación de terrenos, respecto a las prácticas producción de abonos, asociación de cultivos y optimización de sistemas de captación de agua. También existen diferencias entre las prácticas protección de fuentes de agua y producción de abonos.

Las prácticas optimización de sistemas de captación de agua y protección de fuentes de agua son las que más se relacionan con evitar problemas generados por sequías. Esto se relaciona evidentemente porque en la medida en que se tengan protegidas las fuentes hídricas, se va a garantizar una oferta hídrica que puede ser optimizada mediante la construcción de sistemas de captación, para cubrir las necesidades en los múltiples usos, tanto productivos como de abastecimiento. Las comunidades resaltan la importancia de que para las épocas secas se cuente con tanques de almacenamiento y sistemas de riego que permitan mitigar los problemas que se presentan por este fenómeno.

	ABO	AC	AGUA	PLANI	PROTE	ROTE
AC	0.7332	-	-	-	-	-
AGUA	1.0000	1.0000	-	-	-	-
PLANI	**8.0e-07**	**0.0029**	**8.8e-05**	-	-	-
PROTE	**0.0346**	0.9712	0.3184	0.2781	-	-
ROTE	**1.8e-05**	**0.0302**	**0.0014**	1.0000	0.8371	-
SEMI	0.0670	1.0000	0.6515	0.0362	1.0000	0.2550

Tabla 3.5.Comparaciones múltiples por medio del test de Dunn entre cada una de las buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio respecto a problemas generados por sequias.

El análisis comparativo de las prácticas respecto a la manera en que fue adquirido el conocimiento para su implementación, muestra los siguientes resultados:

De acuerdo al resultado de la prueba estadística Chi cuadrado, se evidencia que la práctica de biopreparados, asociación de cultivos y rotación de terrenos, la cual fue enseñada en su mayoría por instituciones, ha tenido mayor aplicación en la cuenca Piedras (Figura 3.10).

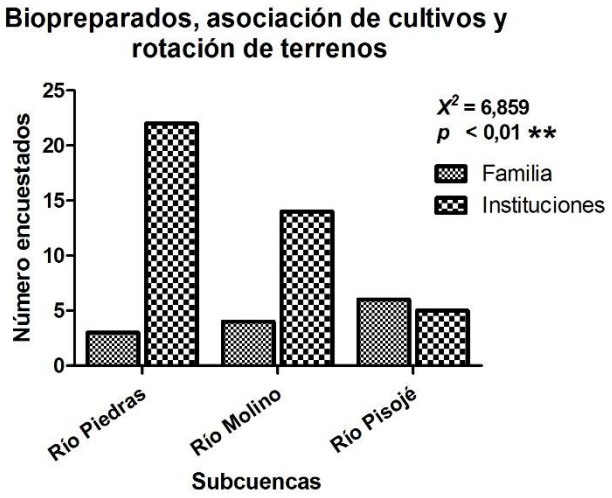


Figura 3.10. Diagramas de barras para la práctica biopreparados, asociación de cultivos y rotación de terrenos respecto a la manera en fue adquirido el conocimiento.

La prueba estadística de chi cuadrado en cuanto a la conservación de fuentes de agua y semillas nativas, muestra que la mayoría de los encuestados aprendieron

esta práctica de la mayoría de las instituciones, encontrándose diferencias significativas entre cada una de las cuencas, siendo más notoria esta tendencia en la cuenca del rio Piedras (Figura 3.11). Sin embargo, se aclara que esta respuesta la relacionan más con el apoyo institucional que han tenido para acceder a insumos como posteadura, alambre para implementar los sistemas de protección; referente a las semillas, lo asocian con el apoyo institucional del fortalecimiento social de la red de custodios, más no del proceso tradicional de conservar sus semillas.

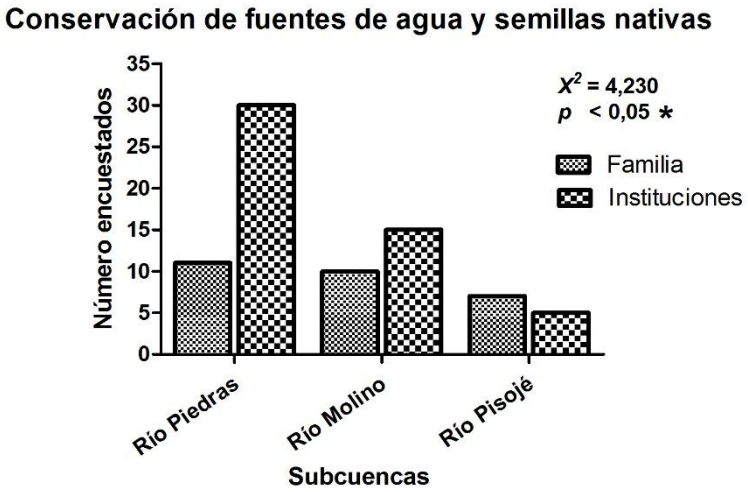


Figura 3.11. Diagramas de barras para la conservación de fuentes de agua y semillas nativas respecto a la manera en fue adquirido el conocimiento.

La prueba de chi cuadrado en cuanto a la optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple, muestra que la mayoría de los encuestados aprendieron esta práctica de las instituciones, encontrándose diferencias significativas entre cada una de las cuencas, siendo más notoria esta tendencia en la cuenca del rio Piedras (Figura 3.12).

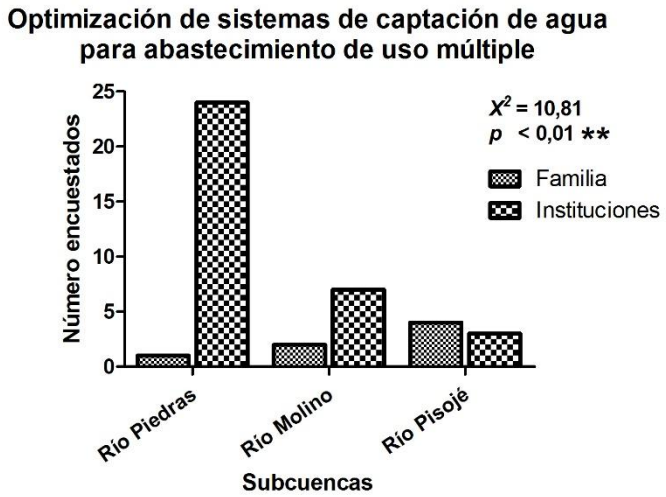


Figura 3.12. Diagramas de barras para la optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple respecto a la manera en fue adquirido el conocimiento.

Para el desarrollo de las prácticas ambientales para evitar los problemas generados por exceso de lluvias, la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis indica que existen diferencias significativas entre las cuencas Piedras y Molino, siendo la primera la que presenta una mayor calificación en adopción de la práctica (Figura 3.13).

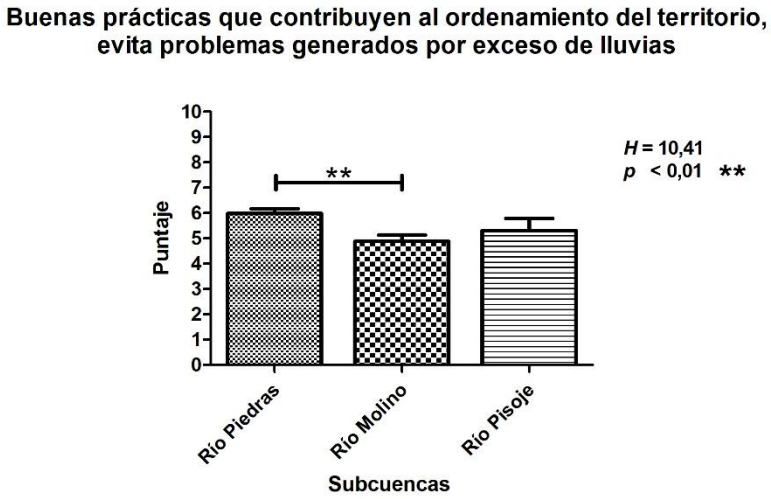


Figura 3.13. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, evita problemas generados por lluvias.

La práctica representada en la figura 3.14muestra que existe un mayor puntaje en la cuenca del río Pisojé respecto a la cuenca Molino, dadas las condiciones de dificultad de acceso al agua que presenta Pisojé, lo que muestra mayores acciones para contrarrestar problemas generados por sequías.

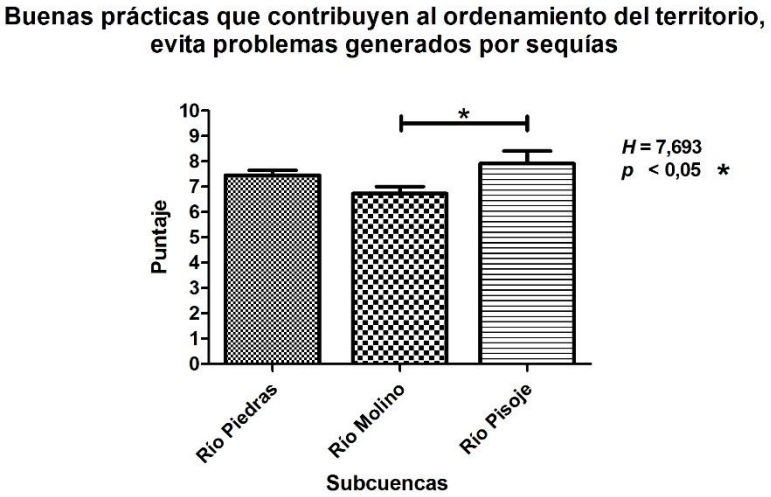


Figura 3.14. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, evita problemas generados por sequias.

Los resultados con el ANOVA de Kruskal-Wallis muestran que en cuanto a las prácticas que mejoran los sistemas productivos, existen diferencias significativas entre el río Piedras respecto a las cuencas de río Molino y Pisojé, lo que permite analizar que se puede presentar mayor aceptación en la implementación por el proceso de mayor intervención de los sistemas de planificación con las instituciones y los actores vinculados (Figura 3.15).

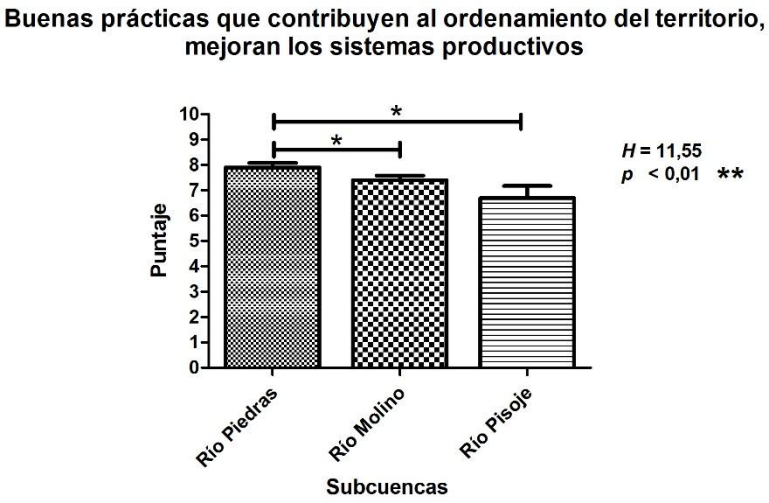


Figura 3.15. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, mejoran los sistemas productivos.

Entre las tres cuencas no se evidencia una diferencia significativa entre la práctica que permita zonas de protección, dada que los actores sociales la consideran muy importante para mantener sus sistemas productivos y de regulación hídrica (Figura 3.16).

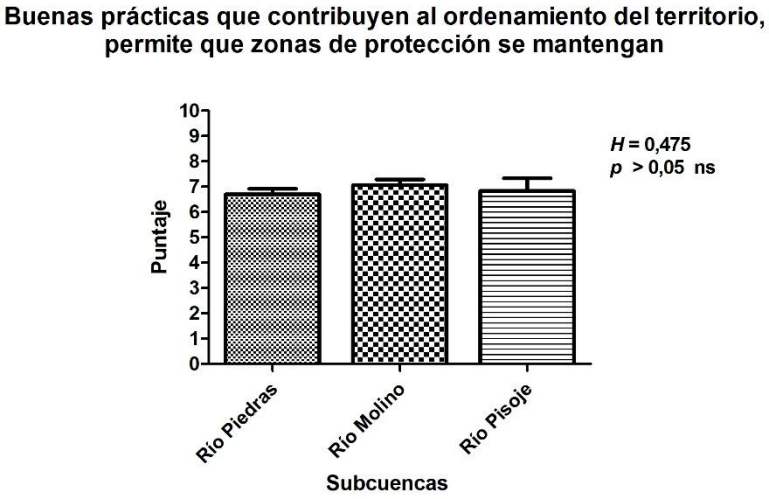


Figura 3.16. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, permite que zonas de protección se mantengan.

Los resultados con el ANOVA de Kruskal-Wallis muestran que en cuanto a las prácticas que mejoran la seguridad alimentaria existen diferencias significativas entre el río Piedras respecto a las cuencas de río Molino y Pisojé (Figura 3.17). La razón principal radica en el proceso organizativo de sus actores sociales vinculados a los proyectos de planificación predial en sus territorios.

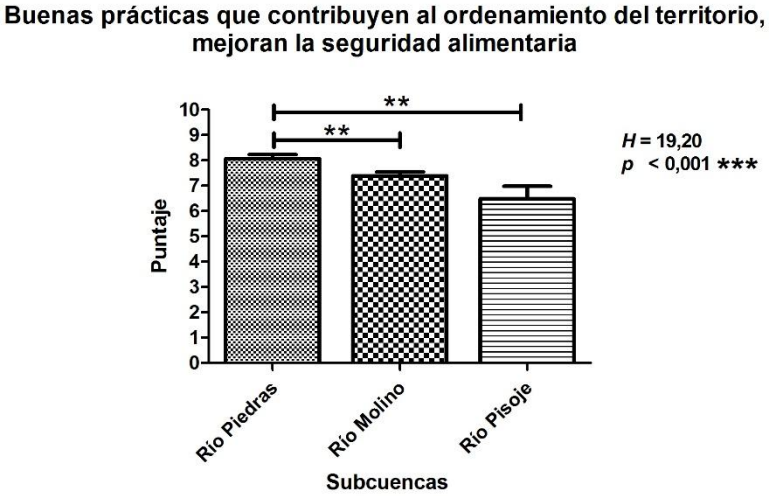


Figura 3.17. Diagramas de barras para buenas prácticas que contribuyen al ordenamiento del territorio, mejoran la seguridad alimentaria.

En cuanto a los beneficios, barreras y estrategias identificadas para cada práctica, las familias encuestadas relacionan a su vez los principales beneficios de las prácticas con respecto a la disponibilidad y manejo adecuado del recurso hídrico, economía, seguridad alimentaria y el adecuado manejo y distribución del territorio.
En cuanto a las barreras para la implementación de estas prácticas, se encontró que el gasto económico para el mantenimiento y la implementación de la práctica es la principal barrera identificada por las familias encuestadas, seguida por la dificultad para la obtención de materiales, equipos e infraestructura. Otras barreras importantes que fueron identificadas por las familias son: el desconocimiento, la falta de capacitación y la variabilidad climática.

En el caso de las estrategias que deben ser implementadas, las familias coinciden en que el apoyo monetario y técnico de instituciones como la Fundación Procuenca Río Las Piedras, juega un papel importante para la implementación y el mejoramiento de las prácticas adaptativas, al igual que la transmisión del conocimiento adquirido a

partir de las prácticas a los miembros de la familia. Otras estrategias importantes identificadas son la capacitación técnica y el desarrollo de actividades complementarias para la conservación. Estos resultados se evidencian en la tabla 3.6 y en las figuras 3.18 a 3.26.

Beneficios		
Práctica	1, 6, 8 y 9	Disponibilidad y manejo adecuado del recurso hídrico.
	2, 3, 4 y 6	Economía y seguridad alimentaria con manejo orgánico de la agricultura.
	1, 6 y 7	Adecuado manejo y distribución del territorio.
Barreras		
Práctica	1, 4, 6, 7, 8 y 9	Costos de mantenimiento e implementación.
	2 y 5	Obtención de materiales, equipos e infraestructura.
Estrategias		
Práctica	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9	Apoyo monetario y técnico de instituciones.
	1, 2, 3, 4 y 9	Transmisión del conocimiento.

Tabla 3.6. Identificación de los beneficios, barreras y estrategias más importantes de las prácticas de adaptación.

Al comparar los tres aspectos evaluados (beneficios, barreras y estrategias) entre las subcuencas Molino-Pisojé y Piedras, existe similitud en las tendencias reportadas para cada práctica (Figuras 3.18 a 3.26.). Se encontró que la práctica que representa mayor cantidad de beneficios corresponde a la práctica 2 (Figura 3.19), ya que en total se reconocen cinco beneficios para la comunidad, siendo los más importantes la calidad de los alimentos, el ahorro de dinero y la no utilización de agroquímicos. Por otra parte la práctica que presenta mayor cantidad de barreras para su implementación corresponde a la práctica 6 (Figura 3.23), en donde se identificaron cinco barreras siendo los costos de mantenimiento e implementación la barrera más importante. Las prácticas que poseen menor cantidad de barreras corresponden a

las prácticas 5, 7 y 9 (Figuras 3.22, 3.24 y 3.26) para las cuales los costos de implementación, la variabilidad climática y el desconocimiento son los aspectos limitantes.

Al evaluar la percepción de la comunidad hacia los beneficios, barreras y estrategias de las prácticas de manejo adaptativo se evidencia la importancia de desarrollar incentivos a las comunidades para mantener sus procesos, e implementar estrategias como la de conformar el fondo del agua, el cual funcionará como una herramienta para el pago por servicios ambientales.

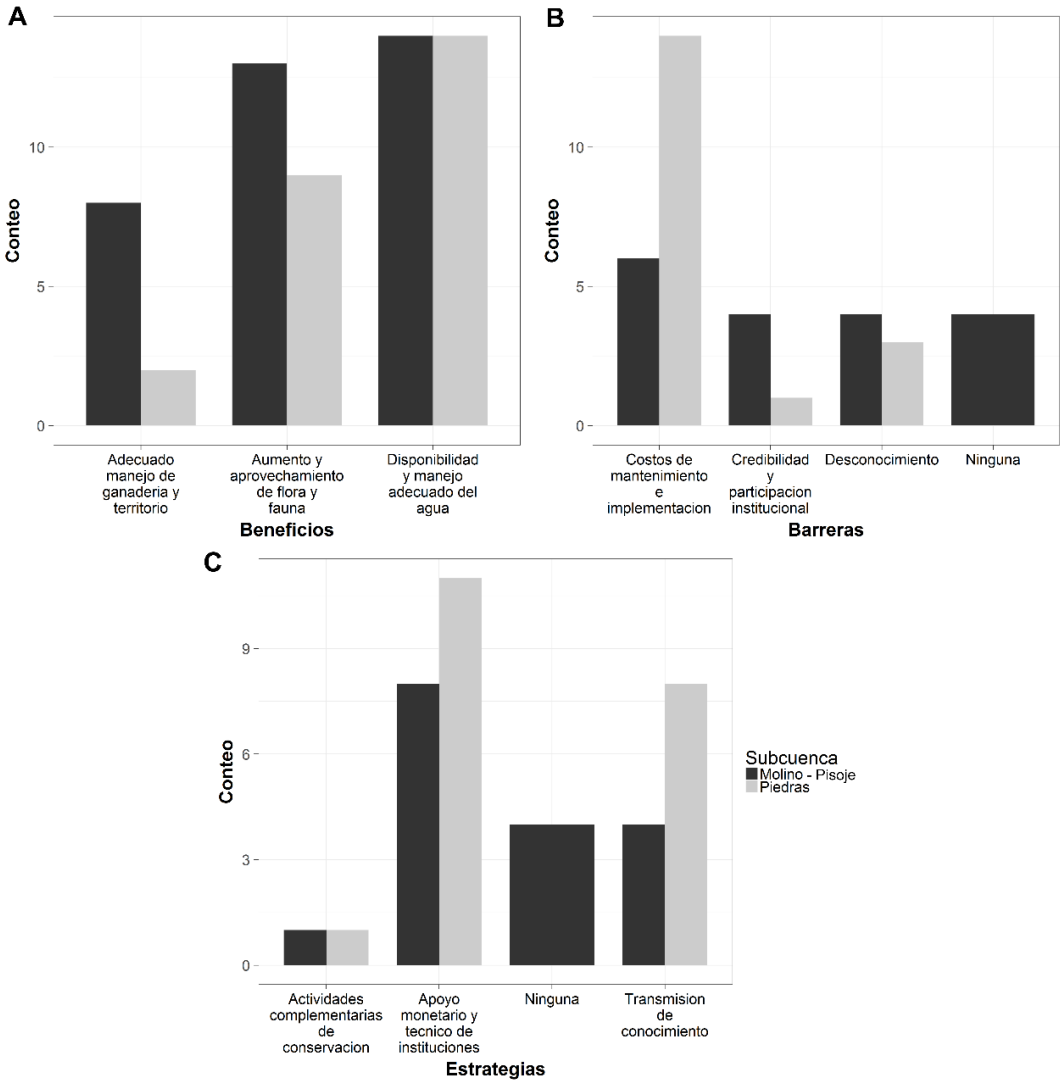


Figura 3.18. Práctica 1. Protección y conservación de fuentes de agua. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

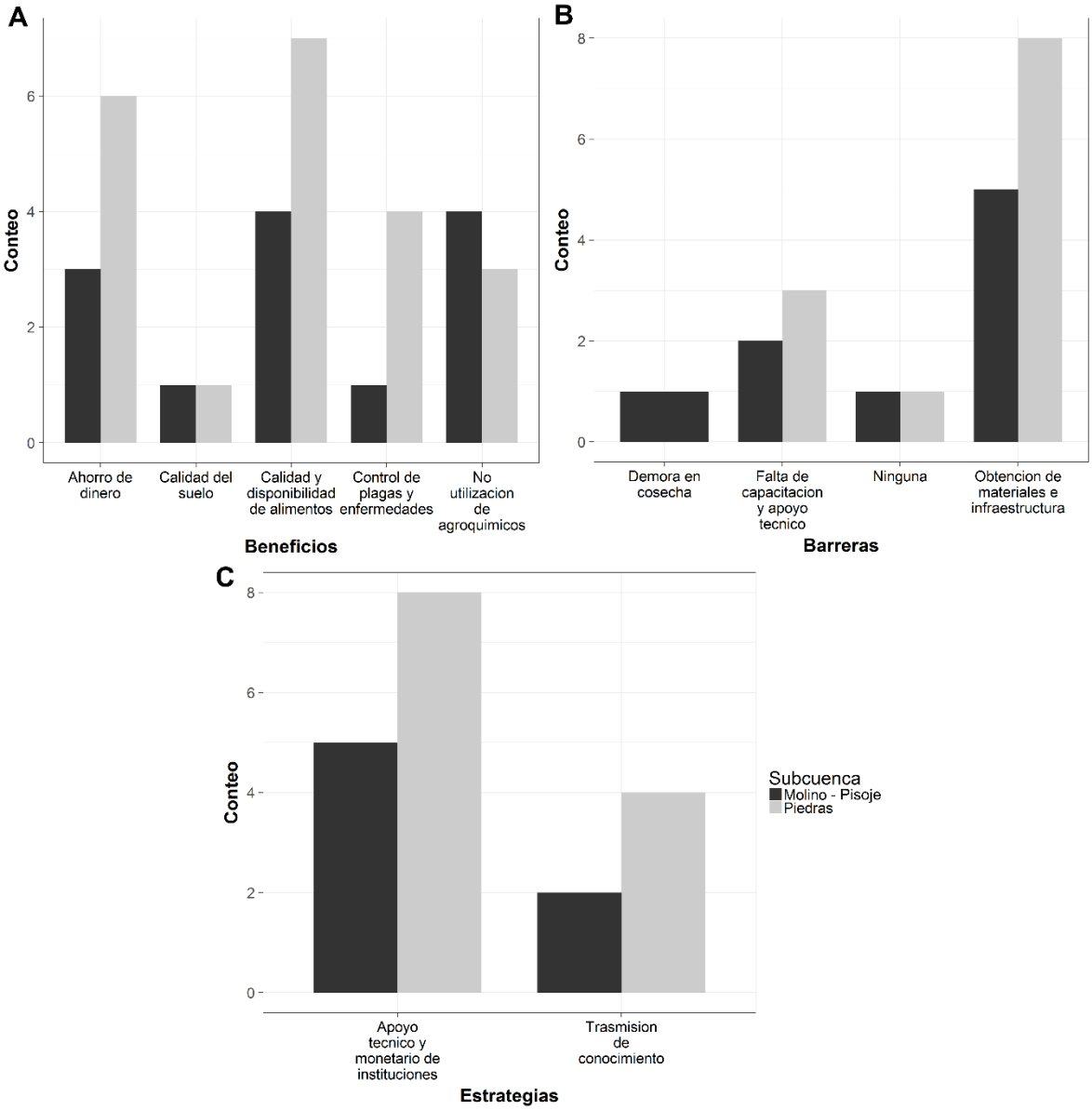


Figura 3.19. Práctica 2. Biopreparados para el control de plagas y enfermedades. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

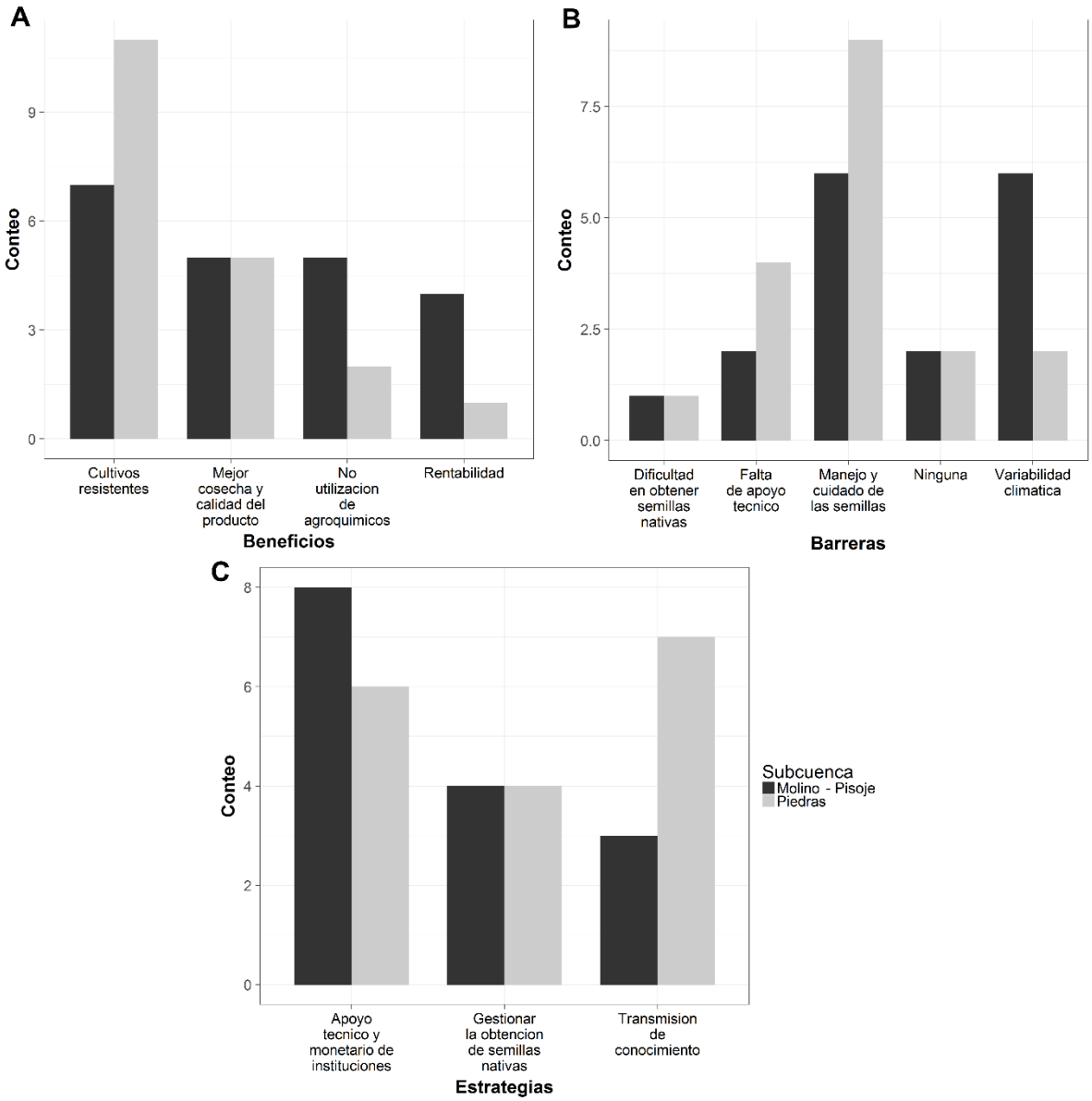


Figura 3.20. Práctica 3. Conservación de semillas nativas. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

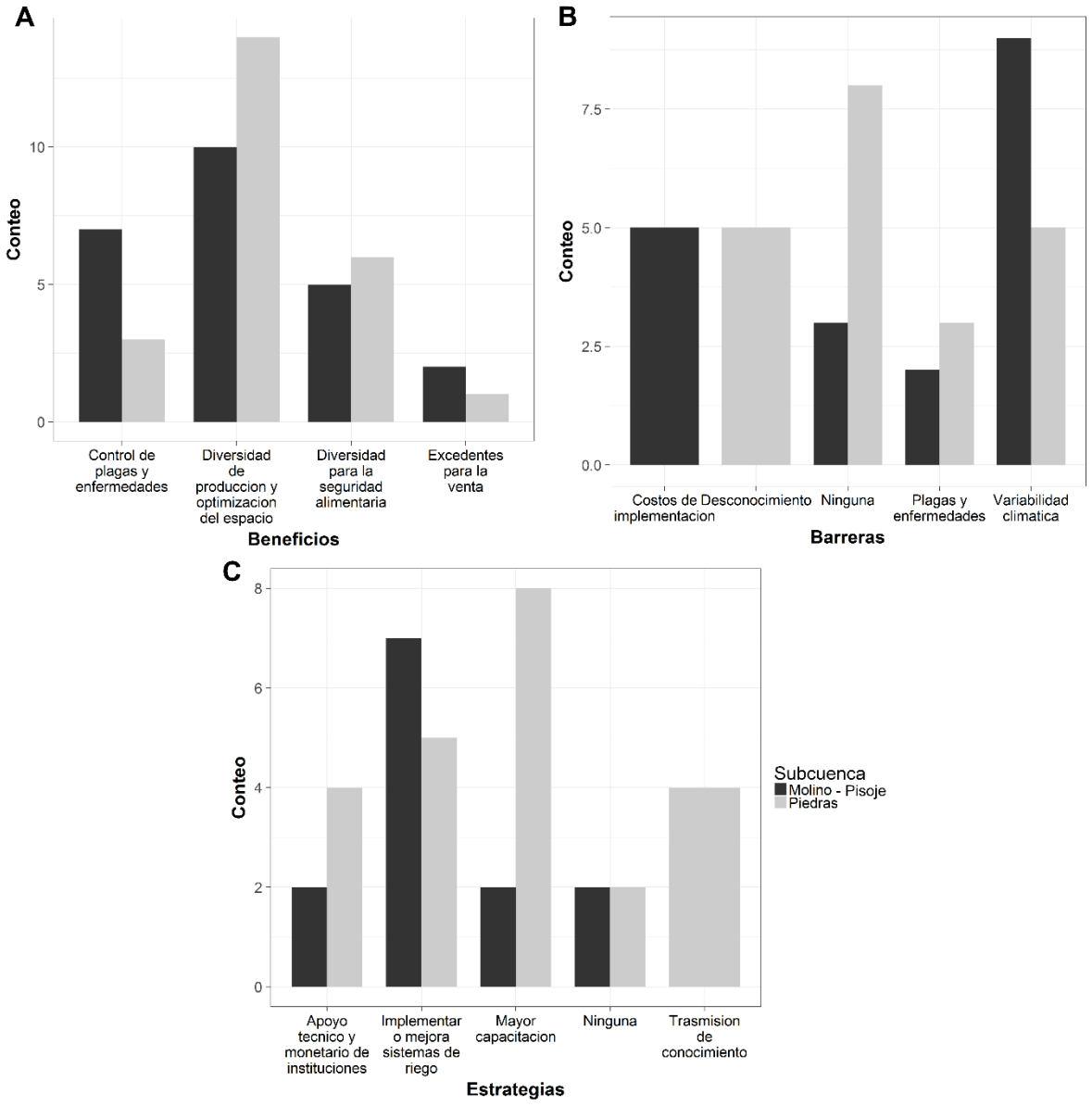


Figura 3.21. Práctica 4. Asociación de cultivos. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

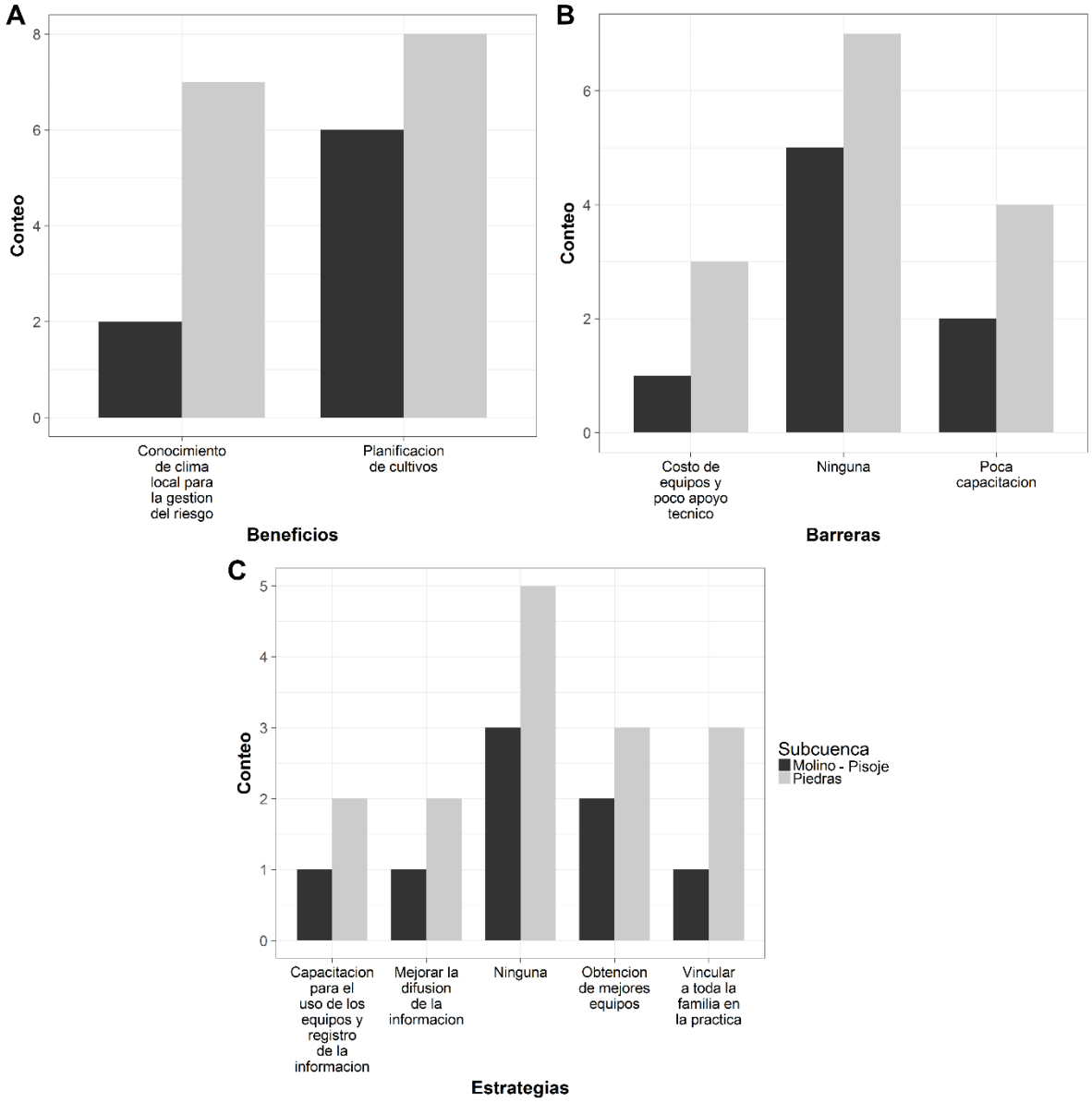


Figura 3.22. Práctica 5. Sistemas de alertas tempranas participativas. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

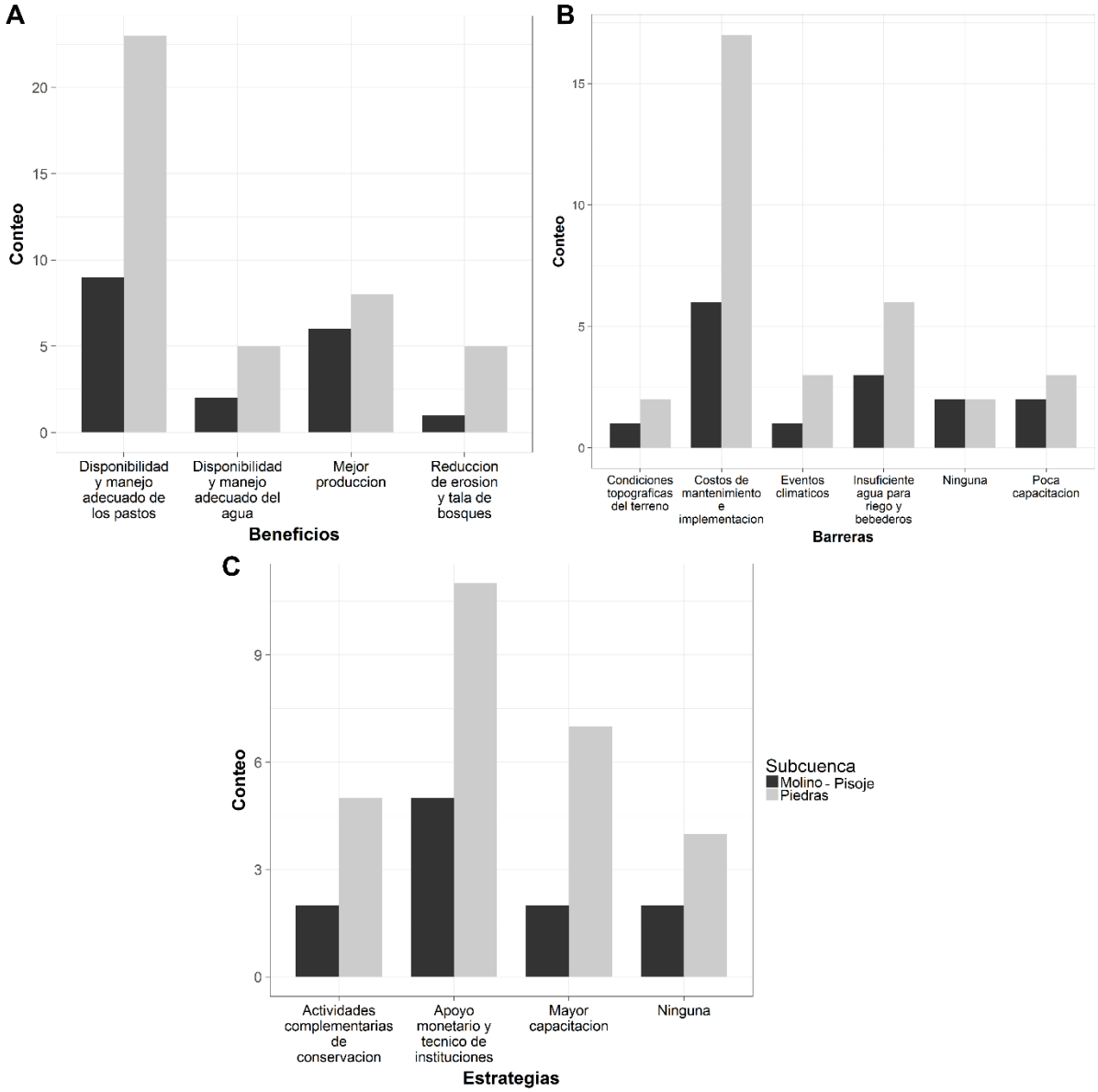


Figura 3.23. Práctica 6. Rotación de terrenos con cercas eléctricas y bebederos ecológicos móviles. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

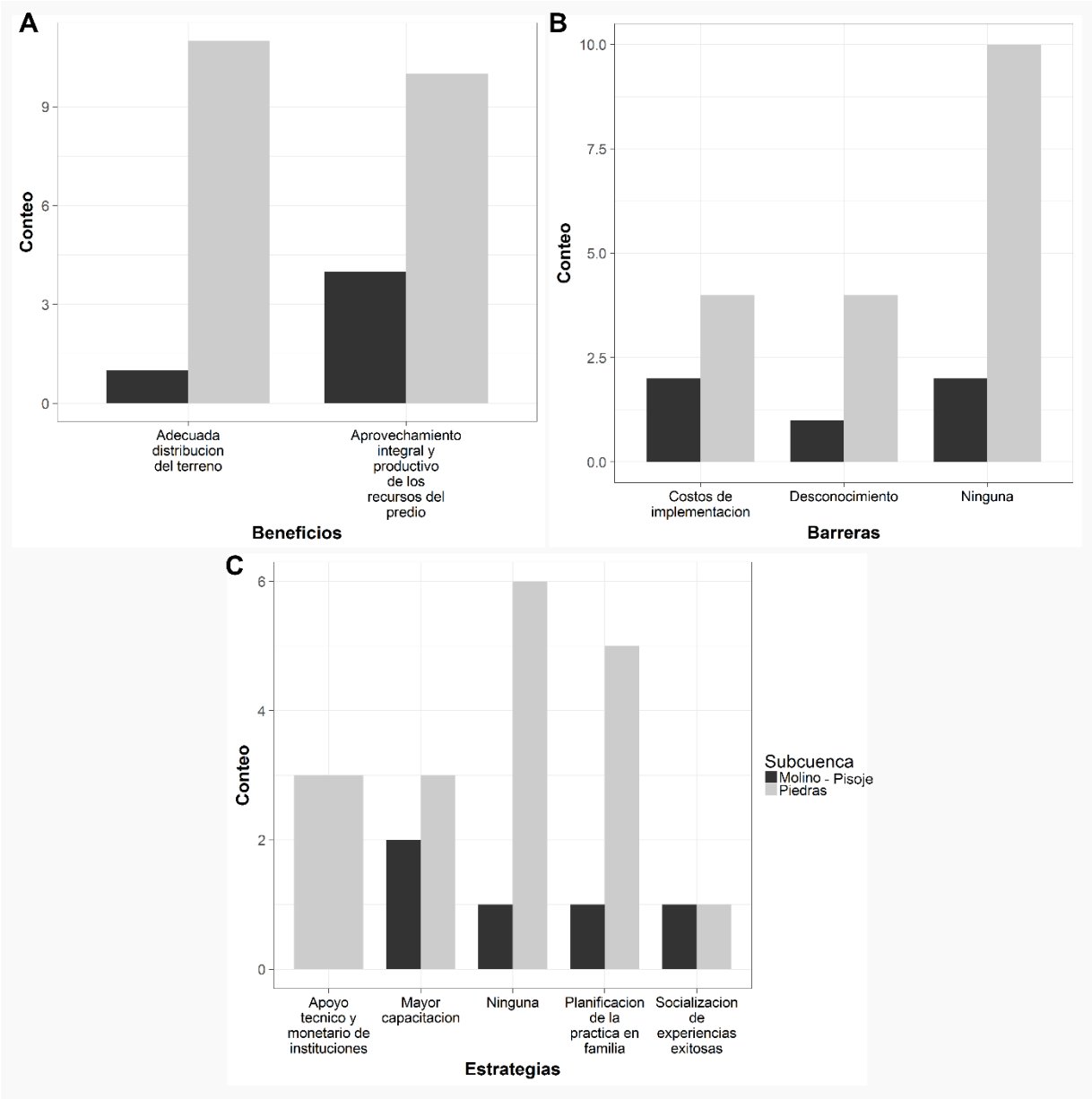


Figura 3.24. Práctica 7. Planificación de la finca o parcela y optimización del terreno. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

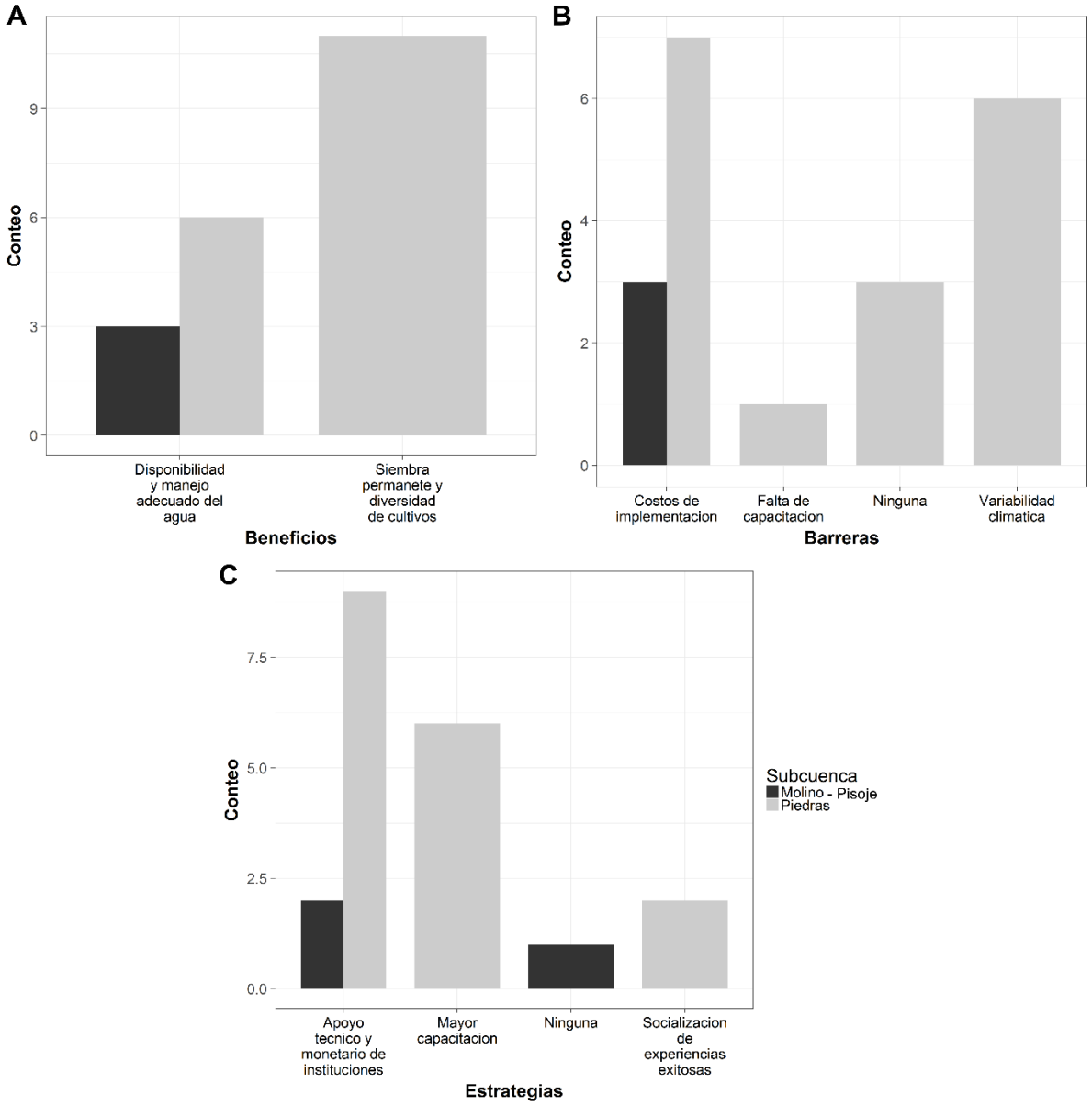


Figura 3.25. Práctica 8. Riego (goteo o microaspersión). (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

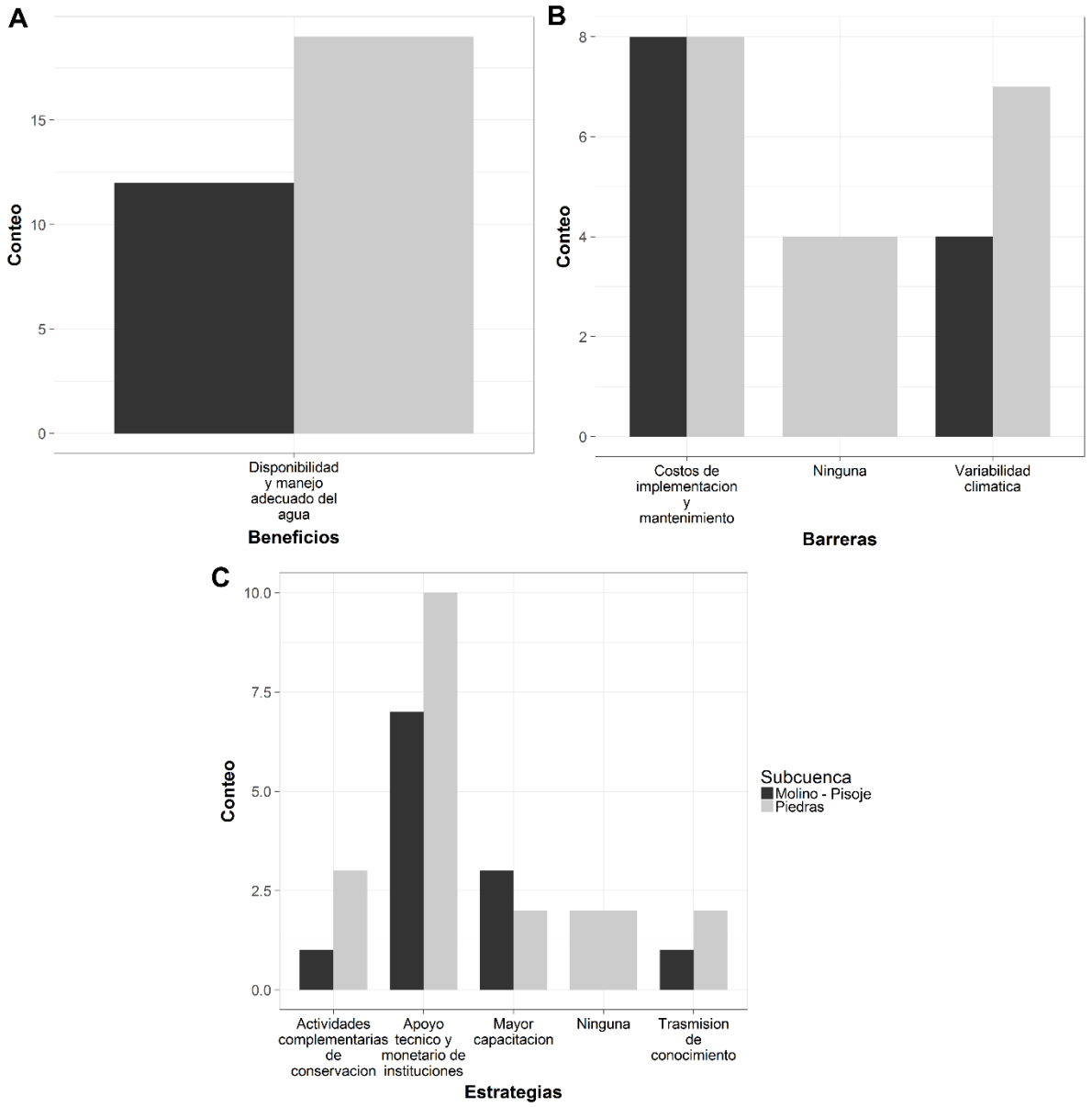


Figura 3.26. Práctica 9. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple. (A) Beneficios, (B) barreras y (C) estrategias.

b. Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas - SAATP

El sistema de alertas agroclimáticas participativas se convierte en un ejemplo de la construcción del conocimiento endógeno y científico. Muchas cuencas carecen de información de tipo climático y al no contar con una red de monitoreo lo

suficientemente densa, no es posible identificar y realizar seguimiento local a los componentes hidroclimatológicos de la región. Debido a esto se construye una red de monitoreo climático local con participación comunitaria, que permita una apropiación del conocimiento para la toma de decisiones, en torno a procesos de planificación ambiental y la gestión del riesgo.

En este proceso participan comunidades tanto indígenas como campesinas de las cuencas Piedras, Molino, Pisojé, Palacé y San Francisco, conformando de esta manera una gran red que cubre una importante extensión de la cuenca alta del río Cauca. La información de la red comunitaria se articula con la información de estaciones ya existentes en la región. Esto permite generar análisis más homogéneo a nivel espacial y también identificar variaciones locales.

Los grupos comunitarios asociación campesina ASOCAMPO, ASOPROQUINTANA, ARPAM, resguardos indígenas de Puracé, Quintana y Poblazón y juntas de acción comunal de las veredas Pisojé y El Hogar según criterios técnicos, designan familias para la instalación de las estaciones termopluviométricas conformadas por instrumentos de lectura directa como son el pluviómetro y termómetro. Durante el proceso de instalación, las familias son capacitadas en el manejo de los instrumentos, su lectura y registro en planillas.

Figura 3.27. Instalación y capacitación de instrumentos de medición climática.

De esta manera queda conformada la red de monitoreo climático local que se puede observar en la figura 3.28.

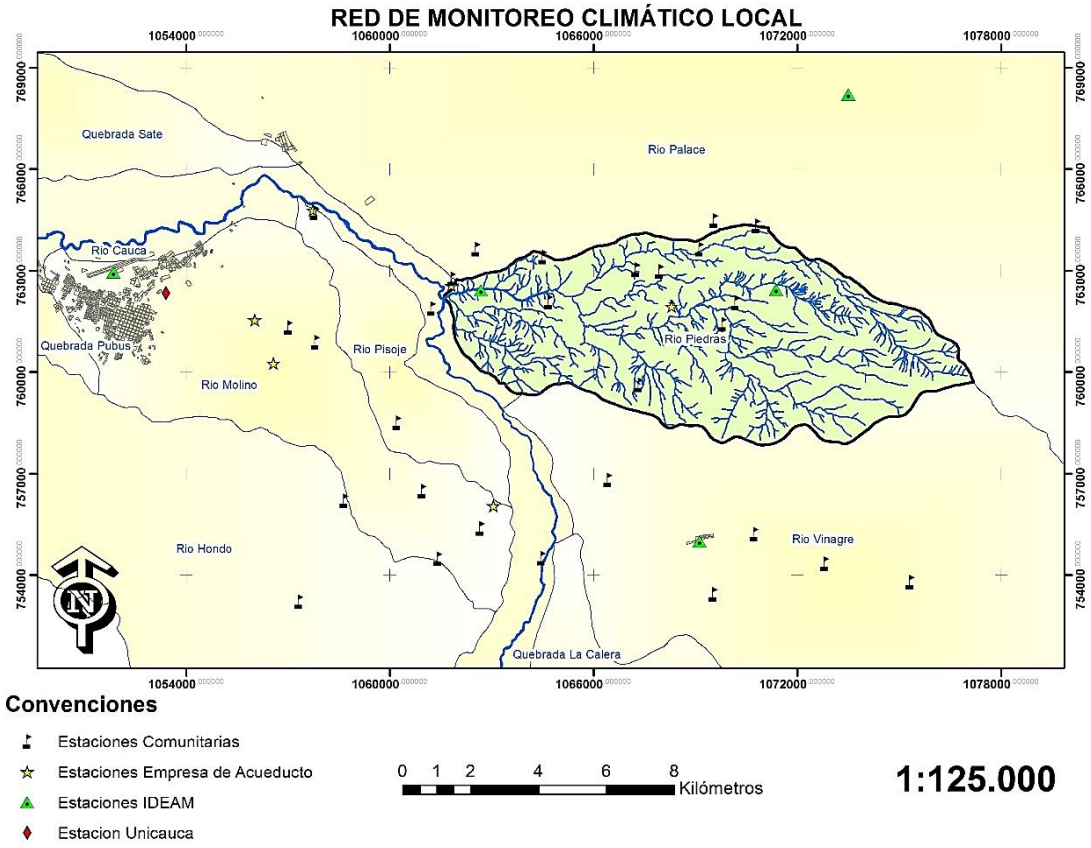


Figura 3.28. Red de monitoreo climático con participación comunitaria.

En la construcción de este enfoque con participación social, se destaca el rescate de los saberes culturales de las comunidades en el conocimiento del clima local a través de bioindicadores.

Los conocimientos ancestrales y culturales de las comunidades indígenas y campesinas respecto a predicciones climáticas, son información muy valiosa de la cual se tienen pocos registros. La certeza sobre el pronóstico que genera el bioindicador, debe ser el resultado de un proceso de monitoreo y análisis que permita tener resultados confiables para la validación.

Existen tres tipos de bioindicadores: fitoindicadores que corresponden a indicadores de tipo vegetal, los zooindicadores son de tipo animal y los fenómenos físicos o meteorológicos que corresponden a observaciones sobre alteraciones visibles en la atmósfera.

La iniciativa para realizar el trabajo con los bioindicadores a nivel local, está basado en experiencias exitosas desarrolladas en los países Andinos; por ejemplo, en el territorio del Ayllu Majasaya Mujlli de Cochabamba, Bolivia, donde la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) documentó las "Experiencias exitosas de Gestión del Riesgo de Desastres en el sector Agropecuario, para la adaptación al Cambio Climático", e identificó un total de 33 bioindicadores, 10 fito-indicadores, 13 zoo-indicadores y 10 de tipo físico; estos bioindicadores son específicos para Bolivia y ya han sido evaluados, su uso es para predecir el clima y planificar la producción del año agrícola.

Los observadores locales Yapuchiris del Ayllu Majasaya, han pasado por un proceso de fortalecimiento de sus capacidades en el seguimiento de estas decisiones productivas, de un proceso de ensayo y error, a una acción más sistemática de "aprender haciendo", pues han logrado monitorear sus actividades diseñadas para comparar los resultados con los supuestos, la predicción. Son investigadores locales en un proceso cíclico e interactivo de aprendizaje constante, acompañan procesos y se empoderan de ellos (Aguilar*et al.*, 2011).

A partir de la experiencia exitosa con el proyecto "Evaluación de riesgos agroclimáticos como fase preparatoria para el establecimiento de Sistemas de Alertas Tempranas para los cultivos de papa, maíz y fríjol en la cuenca del río Piedras ubicada en la cuenca alta del río Cauca – macizo colombiano" realizado en convenio con el IDEAM, apoyo del Ministerio de Agricultura, la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán y la Fundación Procuenca Río Las Piedras, se realiza una primera caracterización por medio de una revisión de los conocimientos ancestrales, bioindicadores o señas de la naturaleza para la predicción del clima, logrando identificar 19 bioindicadores climáticos locales.

El uso de Bioindicadores ha demostrado su utilidad en diversos proyectos de gestión del riesgo agrícola y en sistemas de alerta temprana en pequeños productores en

Bolivia y Perú, tanto por su efectividad predictiva, como del rescate del conocimiento ancestral y el fortalecimiento de las capacidades locales para la reducción del riesgo y la adaptación. En la tabla 3.7 se muestran 19 Bioindicadores identificados por custodios de semillas de los resguardos indígenas y organizaciones campesinas de la cuenca alta del río Cauca (AAPSA *et al.,* 2012).

Descripción de la seña	**Significado cultural**	**Cuando se presenta**	**Utilidad de la seña**	**Lugar donde se presenta**	**Se conserva la seña**
Cuando bajan las golondrinas en manada es porque lloverá o viene el invierno (Cesar Enrique Hidalgo Aso campo)	En época de verano, anuncia lluvias pronto	En época de verano	Prepararse para sembrar	Parte baja de la Cuenca	La mayoría la usan
Relámpagos al occidente, en dirección del Parque Nacional Natural Munchique	Aparición inminente o segura de la lluvia	Septiembre, octubre y diciembre	Prepararse para sembrar	Paletará y Puracé	Se presenta rara vez por los inviernos constantes que se han presentado
Tiembla la tierra, cambiará el tiempo (Doris Gurrute Quintana)	Anuncia cambio del tiempo	En cualquier época en partes bajas y altas	Para realizar las deshierbas o cosechas	En Paletará, Kokonuko, Puracé, Poblazón, Quintana y Asocampo	Se conserva
Cuando las nubes se encapotan cae granizo. Son nubes blancas extendidas y onduladas (Cesar Enrique Hidalgo Aso campo)	Indica que va a caer granizo	En cualquier época	Avisa la aparición inminente del granizo	Se presenta tanto en las partes altas y bajas de la cuenca alta del río Cauca	Si se utiliza
Cuando por la huerta pasan las hormigas, abundará la comida y empieza el invierno (Arnol Chalapú, de la vereda El Depósito Paletará)	Abundancia, comida y llegada de lluvias	Antes era en verano, ahora en época de verano	Lo que se va sembrar si se va dar; se debe cosechar para guardar	En Paletará, Kokonuko, Puracé, Poblazón , Quintana y área	Anuncia que seguirá lloviendo y se conserva por ser una hormiga de color café, que no es brava ni dañina
Cuando truena en el oriente va hacer buen tiempo por ocho (8) días (Patricio cuenca río	Anuncia la llegada del verano	Mediados de agosto		En la cuenca río piedras se escuchan al Oriente(hacia	Algunos la utilizan, otros no, hay contradicción

Descripción de la seña	Significado cultural	Cuando se presenta	Utilidad de la seña	Lugar donde se presenta	Se conserva la seña
piedras)				el volcán Puracé)va a haber buen tiempo en ocho días	
Cuando está mucho invierno y se escucha un sonido en la tierra, es porque va llegar el verano; si brama la torre? es cambio de clima (Julio Calapsú Puracé)	Ciertas personas tienen el don o capacidad de escuchar	Antes en noviembre diciembre, enero; ahora puede ser en cualquier momento, pero más en verano	Sirve para almacenar agua y prevenir incendios	Puracé	Si se conserva
Cuando va a caer helada la sabana se encapota desde la media noche hasta el amanecer ocasionando mucho frío hasta congelarse el sereno (Arnol Chalapú Paletará)	Predice helada y hay que proteger los cultivos	Se presenta en época de verano	Sirve para prevenir lo que viene (riegos, quema de llantas)	Paletará y Puracé	Se mantiene para los cultivos
Cuando está haciendo verano y los tucanes bajan de la selva empezará el invierno (Arnol Chalapú)	Anuncia aguaceros fuertes, pero no por temporadas instantáneas	En época de verano	Es que no se aplica riego	Partes altas	Se usa la seña pero no es momentánea
Cuando las cordilleras se ponen azules habrá verano intenso. Se dice que se enojó el verano, cielos limpios (Arnol Chalapú)	Anuncia temporada de verano	Antes de Enero, Febrero; ahora se puede presentar en cualquier época	Sirve para prepararse para la sequía, incendios, guardar agua	Paletará	Se conserva una seña sana y se le pone mucho cuidado
Cuando las moras silvestres se pudren va llegar mucho invierno (Julio Calapsú Puracé)	Se usaba antes ahora es difícil ya no hay tiempos definidos	Por lo general de marzo, abril y septiembre a diciembre	Alerta para prepararse con las semillas más resistentes	Puracé, partes bajas y altas	Muy poco la saben
Cuando el cerro “Puzná” se cubre con nubes o niebla indica que va a haber Invierno	Va llover pronto	Ahora en cualquier tiempo	Para siembra y prevenirse de la temporadas	Llueve a lo largo de la cuenca rio Piedras	Se conserva

Descripción de la seña	Significado cultural	Cuando se presenta	Utilidad de la seña	Lugar donde se presenta	Se conserva la seña
			de lluvias		
Cuando las nubes comienzan a bajar se aproxima el verano (Cesar Enrique Hidalgo Aso campo)	Anuncia llegada del verano	Mayo, junio, julio	Anticipa con 1 o 2 meses verano	Parte baja cuenca	Se conserva
Cuando bajan las golondrinas "frianas" a la parte caliente está cerrado día y noche el páramo (Patricio)	Va a cambiar el tiempo – hay páramo	Tiempo de páramo julio y agosto	Anuncian lluvias del páramo	A lo largo de la cuenca río Piedras	Se conserva
El mata caballo cuando se encuentra gordo es abundancia de comida y cuando está flaco habrá hambre (Doris)	Si se ven en la casa y en los caminos significa gordo abundancia, flaco escases de comida de cultivo de pancoger	En cualquier tiempo		En cualquier parte	
Cuando está haciendo verano hace remolinos para llover (Doris)	Cuando hay verano se presentan remolinos "parejitos" va llover pronto	Junio, julio y agosto	Anticipa de un día para otro	Partes altas y bajas	Si se utiliza
Cuando chillan los Dormilones a las seis de la tarde (Arnol Chalapu)	Va a caer heladas	Verano	Anticipa a prepararse	Paletará	Si lo utilizan
Cuando zumba la laguna de Calbache ubicada en Malvazá	Inmediatamente llueve	Invierno	Puede preparase para muchas cosas		
"Lenguas de candela" braman desde el volcán de Puracé que es la hembra, al volcán de Sotará, que es el macho; hay apareamiento	El apareamiento		Mejores cosechas	Paletará	

Tabla 3.7. Bioindicadores identificados por custodios de semillas de los resguardos indígenas y organizaciones campesinas de la cuenca alta del río Cauca

Con el proyecto “Fase piloto de establecimiento de un Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas SAATP”, se realiza de manera participativa una priorización de los bioindicadores, teniendo en cuenta criterios definidos con los representantes comunitarios: credibilidad, influencia y frecuencia. La frecuencia se trata de la periodicidad en el tiempo tomando como base un año calendario en que se presenta el bioindicador; la Influencia hace referencia a la importancia del bioindicador en la toma de decisiones en el desarrollo de las actividades agropecuarias y la credibilidad se trata del grado de confianza generada por el bioindicador entre los participantes. En esta fase se priorizan 12 bioindicadores climáticos, que de acuerdo con la información suministrada por los participantes pueden pronosticar invierno o verano en la región; a continuación se realiza la seleccionan de las personas que iniciarán el monitoreo de estos bioindicadores.

Figura 3.29. Selección y priorización participativa de Bioindicadores Climáticos

N°	Bioindicador	Característica	Anuncio o pronóstico
1	Golondrinas en parvada pequeña (menos de 50)	Son pequeñas, negras, dan 3 o 4 vueltas y se van en dirección al occidente	Verano
2	Golondrinas en parvada grande (más de 50)		Invierno
3	Hormiga voladora	Es de color café	Invierno
4	Lombriz loca y brincona	Es de color rojo, sale a la superficie	verano
5	Paletón	Es un pájaro largo, de colores amarillo, verde, rojo y negro. Canta en pareja y generalmente habita en el páramo.	Invierno
6	Rana o sapo	Es pequeño como los grillos, es de color amarillo.	Invierno

N°	Bioindicador	Característica	Anuncio o pronóstico
7	Tijeretas	Son más grandes que las golondrinas, la cola tiene forma de tijera, son de color negro con un collar blanco, andan en grupos de 15 a 20.	Cambio en el estado del tiempo
8	Toro pitador	Emite un sonido como un pitido	Verano
9	Humo del cráter del volcán Puracé (sube o baja)	Humo baja	Invierno
		Humo sube	Verano
10	El cerro Puzná se nubla	Se observa el cerro Puzná nublado	Invierno
11	Luna llena amarilla + arco iris	Luna llena con un arco iris	Verano
12	Luna + anillo blanco	Luna con anillo blanco alrededor	Invierno

Tabla 3.8. Bioindicadores priorizados de la cuenca alta del río Cauca.

En Puno, Perú, el Antropólogo Ricardo Claverías realizó una sistematización del "Conocimiento de los campesinos Andinos sobre los predictores climáticos". Se destaca que los campesinos de Puno utilizan más rangos para realizar los pronósticos, es decir no se basan solo en decir que el bioindicador pronostica invierno o verano, sus pronósticos se basan en si habrá sequía, el año será regular, poco seco, normal o lluvioso.

Claverías analiza los pronósticos y las campañas agrícolas de los años 1989 – 1990 y 1990 – 1991. El conocimiento en Puno predice si la siembra debe ser adelantada o atrasada y los resultados observados en el cuadro coinciden con las campañas agrícolas, pues en 1989 los bioindicadores pronosticaron tiempo seco y se presentaron pérdidas por déficit hídrico en los cultivos, mientras que en 1990 los bioindicadores pronosticaron lluvias normales o poco seco y la campaña agrícola en Puno para este año fue buena.

Con base en esta experiencia exitosa, para los bioindicadores en la cuenca alta del río Cauca fue necesario hacer unos ajustes respecto a los pronósticos invierno – verano, porque se desconoce los valores o rangos de precipitación que puedan indicar. Como en todo proceso investigativos los ajustes son necesarios, la construcción es colectiva, permanente y participativa.

Para las comunidades indígenas y campesinas, el tema de observar, registrar, sistematizar y analizar es muy complejo, los bioindicadores siempre han estado presentes y han aportado información valiosa, en este proceso de relación con precipitaciones y con pronósticos, se requiere un nivel de análisis que cada día debe

estar en continua evolución; el aprendizaje y diálogo de saberes guía hacia pasos necesarios para lograr los resultados, para que las comunidades lo puedan interpretar, socializar y apropiar.

El proceso de redefinición de los bioindicadores climáticos se realizó por actor social o grupo comunitario en donde los participantes ajustan los bioindicadores a rangos agroclimáticos que se proponen de manera preliminar según precipitaciones mensuales y requerimiento hídricos de los cultivos. Estos rangos se definen con base en experiencias obtenidas en la región, estudios agroclimáticos y teniendo en cuenta la evapotranspiración (ET) mensual que para el área de Polindara – Arrayanales puede estar del orden de los 110 a 130 mm y en el área de Puracé entre 80 y 100 mm.

Los rangos propuestos son: Muy seco, menor de 30 mm; seco, entre 31 y 60 mm, cercano a húmedo apropiado para agricultura, entre 61 y 90 mm y entre 141 y 190 mm; húmedo apropiado para agricultura, entre 91 y 140 mm; muy húmedo, mayor a 190 mm..

Según análisis realizados de manera preliminar entre los bioindicadores que presentan observaciones de manera regular se destacan el “humo del volcán Puracé sube y el croar de la rana”, estos bioindicadores según los agricultores pronostican lluvias y los resultados del análisis muestran porcentajes de coincidencia superiores al 60%; es importante seguir confrontándolos con los valores mensuales de precipitaciones dados los aciertos obtenidos.

Continuando con el proceso de seguimiento del clima local, los bioindicadores siguen realizando aportes de análisis para la toma de decisiones de los grupos comunitarios, sin embargo es evidente que es un proceso que debe profundizarse y contar con mayores elementos de investigación que permitan establecer las relaciones que ellos tienen para predecir algunos cambios temporales en el comportamiento del clima.

A través del SAATP se ha seguido fortaleciendo el seguimiento del clima local, constituyéndose en un referente local, regional, nacional e internacional para la gestión del riesgo climático y agroclimático. La articulación del conocimiento tradicional técnico-científico sobre el clima local, buscando formas de adaptarse

participativamente, ha llevado a desarrollar un intercambio de saberes permanente con las comunidades campesinas e indígenas e implementar estrategias de adaptación.

La generación y comunicación de información climática y agroclimática, así como predicciones en un contexto local, permite establecer una relación entre los factores hidrometeorológicos y la producción agrícola bajo escenarios previstos de clima, con procesos participativos comunitarios e institucionales. Con el fin de impactar en el socio-ecosistema y en la respuesta para la adaptación por los problemas de variabilidad climática, se trabaja en la toma de decisiones que permitan una mejor planificación del manejo del territorio con sus componentes de desarrollo social, frente a los subsistemas de conservación del recurso hídrico del subsistema productivo, con la mejora de periodos de siembra, uso eficiente de fertilizantes orgánicos, un adecuado control de plagas y enfermedades por el uso de biopreparados, rotación de potreros con menor impacto por sobrepastoreo, manejo del ganado bovino, además de planificar un uso eficiente y adecuado del recurso hídrico con sistemas que permitan mejorar el acceso del agua, un aprovechamiento óptimo en los sistemas de riego, cosecha de agua, de manera que se contribuya a la mejora de la seguridad y autonomía alimentaria para los campesinos e indígenas de la zona.

A continuación se presenta información sobre el comportamiento de los caudales de la subcuenca río Las Piedras y su influencia sobre los fenómenos de variabilidad climática, con el fin de relacionarla con el seguimiento realizado al clima local por la aplicación del SAATP y el resultado del análisis de adaptación que se efectuó entre comunidades e instituciones:

c. Caudales anuales estación puente-carretera, corriente río Piedras

El siguiente gráfico muestra los valores anuales de caudales del río Piedras para el periodo 1969 – 2015; los caudales medios corresponden al promedio anual, mientras que los máximos y mínimos son valores absolutos anuales, es decir el valor más alto y el más bajo obtenido en para cada año. Se identifican los años influenciados por el fenómeno El Niño, La Niña y otros en los cuales se presentó transición, es decir se dio pasó de un fenómeno a otro en el mismo año.

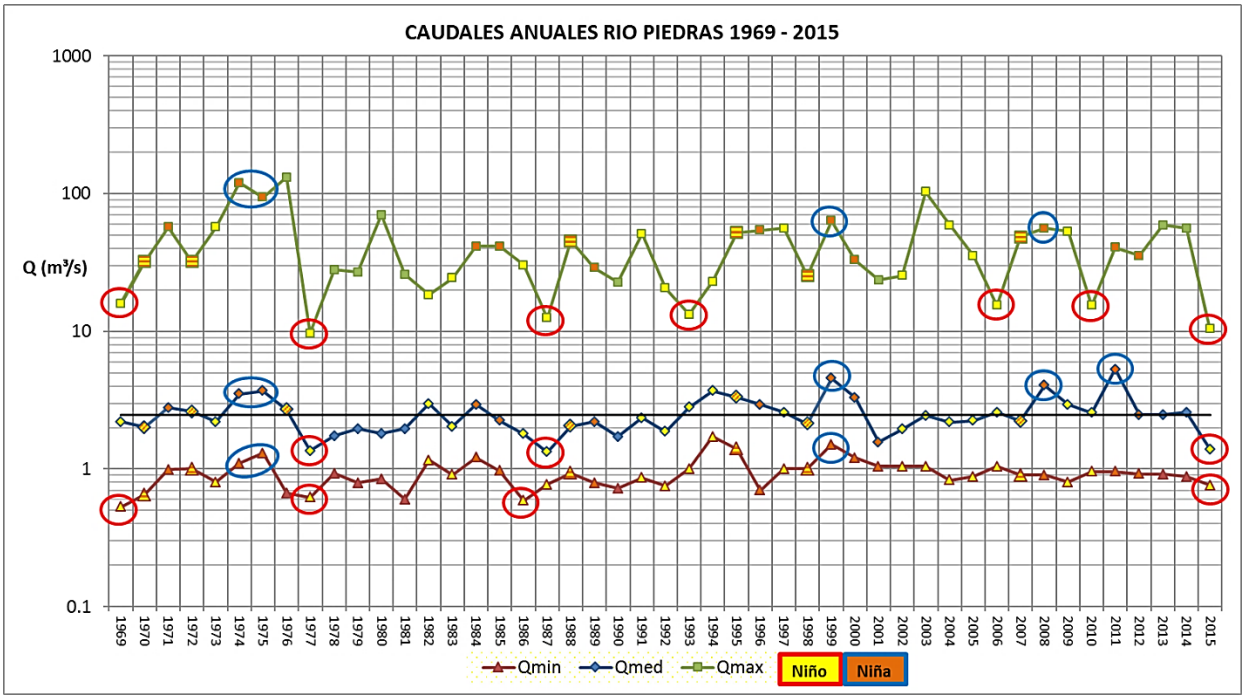


Figura 3.30. Valores anuales de caudales del río Piedras para el periodo 1969 – 2015

La identificación de la influencia de un evento ENOS se realiza partir de las publicaciones y actualizaciones del Centro de Predicción Climática de la NOAA sobre el Índice Oceánico Niño ONI.

El ONI se obtiene a partir de una temperatura media superficial móvil para tres meses de anomalías (temperatura media menos temperatura del periodo de referencia 1981 - 2010) en la región central del océano Pacífico tropical. De esta manera un evento Niño corresponde a la secuencia de al menos 5 ONI, cada uno con magnitud mayor o igual a 0,5°C; en un evento Niña la secuencia es de al menos 5 ONI, con magnitud igual o menor que -0,5°C (Guevara Díaz, 2008).

Los caudales máximos del río Piedras muestran que sus valores históricamente más bajos se han obtenido en años con afectación del fenómeno El Niño según el ONI: 1977, 1987, 1993, 2006, 2010 y 2015, dado que este fenómeno genera disminución en las precipitaciones con incrementos en la temperatura y como consecuencia los

caudales tienden a reducirse. Por otra parte los valores más altos reportados para los caudales máximos no presentan influencia permanente del fenómeno La Niña, solo durante los primeros años del periodo de estudio se observan incrementos ocurridos en años influenciados por La Niña 1974, 1975 y 1976; desde ese periodo de tiempo hasta la actualidad, los picos más altos como los de 1990 y 2003 correspondieron a evento Neutral y fenómeno el Niño respectivamente, por lo que los incrementos de los caudales máximos no siempre son el resultado del fenómeno La Niña.

El caudal medio histórico del río Piedras corresponde a 2.48 m^3/s, los valores medios anuales presentan las principales disminuciones en los años 1977, 1987, 2001 y 2015, de los cuales tres corresponden a evento El Niño y uno a La Niña, mientras que los principales incrementos ocurridos en los años 1999 y 2011 se presentaron durante La Niña.

Los caudales mínimos conllevan una gran importancia para el abastecimiento del sector urbano del municipio de Popayán. Estos registros evidencian disminuciones históricas cercanas a las 600 L/s para los años 1977, 1981, 1986 y en 1969 se presentó el caudal mínimo más bajo de 530 L/s con influencia de El Niño.

A partir del año 2000 los valores de caudales medios y mínimos anuales tienden a estabilizarse inclusive con afectación del fenómeno El Niño o la Niña; los valores de caudales mínimos reportados en los años 2012 y 2013 son materia de discusión, debido a que se obtuvieron en meses con características de altas precipitaciones como octubre y noviembre, además con influencia del fenómeno La Niña que acentúa aún más el incremento de precipitaciones en la región.

Durante el mes de abril del año 2015 se dio inicio al fenómeno del Niño el cual culminó en mayo de 2016, generando reducción en las precipitaciones para los dos años de afectación, viéndose representado en una disminución de la oferta hídrica en la zona rural que tiene sistemas poco robustos para el acceso al agua. A nivel de la ciudad, el sistema de abastecimiento de la empresa de acueducto cuenta con un plan de contingencia que permitió complementar el caudal que se disminuyó con otras fuentes de abastecimiento alternas, dejando claro que estos fenómenos de variabilidad climática impactan la disponibilidad del recurso, lo que exige un proceso continuo en la gestión. De acuerdo al seguimiento al fenómeno durante el año 2015

se realizó el balance hídrico con el fin de tener los elementos de análisis para la toma de decisiones y articularlo con la aplicación del SAATP y del modelo WEAP.

d. Balance Hídrico de la subcuenca río Piedras para el año 2015 con afectación del fenómeno El Niño.

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración potencial mensual estimada, se puede realizar el balance del agua en el suelo; este dato permite para evaluar la disponibilidad de agua para los cultivos, estudios hidrológicos, de conservación de suelos, de recuperación de suelos salinos, de repoblación forestal, el establecimiento del régimen de humedad o de criterios de diferenciación climática (González, 2008).

El modelo a utilizar para estimar el balance de agua en el suelo es el método directo propuesto por Thornthwaite y Mather, según el cual se va perdiendo agua en la generación de la evapotranspiración potencial, hasta agotar la reserva (González, 2008).

La evapotranspiración se considera como la pérdida de agua por la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración de las plantas; es el proceso por medio del cual el agua líquida superficial pasa a estado de vapor y se convierte en la humedad de la atmósfera. La información de la evapotranspiración es de gran importancia, debido a que el agua entra a formar parte del vapor de agua de la atmósfera y representa una pérdida que hay que considerar en la demanda o necesidades en cualquier proyecto del aprovechamiento del recurso hídrico (González, 2008).

La fórmula de Thornthwaite se considera como la más accesible para calcular la evapotranspiración de referencia (ETo), ya que utiliza una relación empírica basada en la temperatura media del aire y está dada por la siguiente expresión:

$$ETo = 1{,}6 * \frac{10Ta}{J}^{\alpha}$$

Dónde:

ETo = Evapotranspiración de referencia cm/mes

Ta = Temperatura media del mes en °C

J = Índice calórico anual igual a la suma de los doce índices calóricos mensuales

El índice de calor mensual está dado por:

$$Ji = \frac{Ta}{5}^{1,514} \qquad \text{Luego,} \qquad J = \sum_{1}^{12} Ji$$

El exponente α, está en función de J, con la expresión matemática de la forma:

$$\alpha = (675*10^{-9})J^3 - (675*10^{-7})J^2 + (179*10^{-4})J + 0,492$$

La evapotranspiración real (ETR) es el volumen de agua que realmente se evapotranspira en el mes, dependiendo de que haya suficiente agua disponible para evaporar y así llegar a la evapotranspiración potencial, sea o no de referencia. El agua disponible para evaporar será la que cae como precipitación en el mes considerado y la que se mantiene en el suelo (González, 2008).

Este parámetro se obtiene a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$ETR = ETo * Ajuste$$

El factor de ajuste mensual se obtiene a partir de la fórmula.

$$Ajuste = n * N / 360$$

Dónde:

n = número de días del mes
N = horas de iluminación diaria, está en función de la latitud del lugar. Para el estudio es 12 horas (6am – 6pm).

La humedad del suelo corresponde a la diferencia entre precipitación mensual y evapotranspiración real (ETR).

La reserva del suelo (R) se refiere a que cuando en un mes se produzcan más entradas que salidas, (Precipitaciones > Evapotranspiración) el agua sobrante pasará a engrosar las reservas del suelo; por el contrario, cuando las salidas sean mayores que las entradas se reducirá la reserva del suelo. Sin embargo, el suelo no retiene todo el líquido y cuando se alcance la capacidad de retención, el agua añadida en "exceso" escurrirá superficialmente o en profundidad. Por tanto, se debe exponer el concepto de reserva máxima o cantidad de agua por unidad de superficie (mm) que

el suelo es capaz de almacenar en su perfil. Generalmente, se toma una reserva de 100 L/m^2 como referencia climática (González, 2008).

Para iniciar el cálculo de la reserva (R), primero se ubica el mes con mayor precipitación y se le asigna un valor de reserva hipotético de 100 L/m^2 (valor de referencia climática). Luego se calcula la reserva para el mes siguiente usando la fórmula:

$$R_i = R_{i-1} + H_i$$

R_i = Reserva mes actual

R_{i-1} = Reserva mes anterior

H_i = Humedad mes actual

El cálculo se realiza para todos los meses realizando ciclos anuales hasta que la hipótesis con la que se partió se confirme al final del ciclo.

Cuando el valor de reserva supere la capacidad de retención del suelo (R >100), el excedente entrará a formar parte del exceso (mm). Si, por el contrario, el cálculo de la reserva alcanza un valor negativo, este corresponderá al déficit con signo positivo y la reserva será igual a cero para el mes calculado. El exceso es el agua que excede de la reserva máxima y que se habrá perdido por escorrentía superficial o profunda (infiltración), mientras que el déficit o falta de agua es el volumen de agua que falta para cubrir las necesidades potenciales del suelo (para evaporar y transpirar) (González, 2008).

Los valores de precipitación y temperatura mensual que se utilizan para calcular el balance hídrico por este método, corresponden a los resultados del análisis espacial de estas variables para la subcuenca río Piedras durante el periodo 2015, la información base para realizar los cálculos tanto de la precipitación media como de la temperatura media corresponde a la Red Local de Monitoreo Climático, estaciones AAPSA, Unicauca e IDEAM.

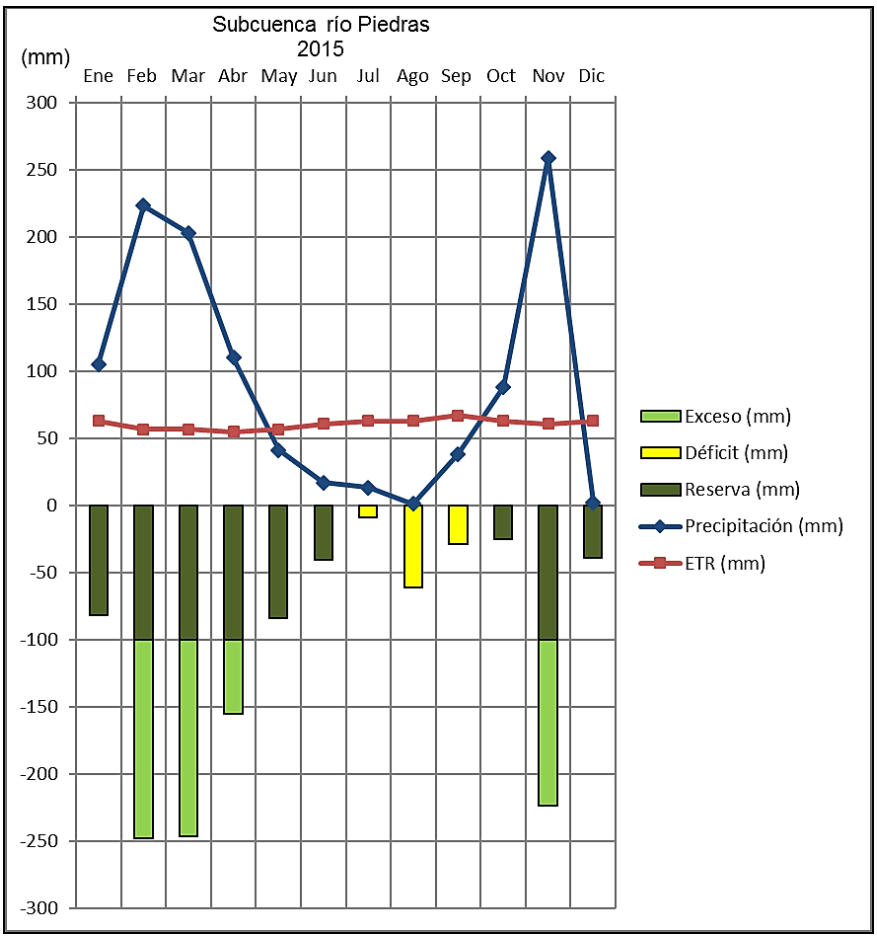
En las tablas3.9 y 3.10 se presentan los resultados obtenidos a partir de este método y en la figura 3.31 se muestra el comportamiento de las principales variables del balance hídrico.

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura (°C)	16	16	15	15	15	16	16	16	17	16	16	16
Índice de calor anual Ji	5.82	5.82	5.28	5.28	5.28	5.82	5.82	5.82	6.38	5.82	5.82	5.82
Evapotranspiración potencial o de referencia (mm)	60.65	60.65	54.78	54.78	54.78	60.65	60.65	60.65	66.74	60.65	60.65	60.65
Ajuste	1,03	0,93	1,03	1,0	1,03	1,0	1,03	1,03	1,0	1,03	1,0	1,03
Precipitación (mm)	105	223	203	110	41	17	13	1	38	88	259	2
Humedad del suelo (mm)	42.33	166.39	146.40	55.22	-15.60	-43.65	-49.67	-61.67	-28.74	25.33	198.35	-60.67
Reserva (mm)	81.66	100	100	100	84.4	40.75	0	0	0	25.33	100	39.33
Evapotranspiración real (mm)	62.67	56.61	56.60	54.78	56.60	60.65	62.67	62.67	66.74	62.67	60.65	62.67
Déficit (mm)	0	0	0	0	0	0	8.92	61.67	28.74	0	0	0
Exceso (mm)	0	148.05	146.4	55.22	0	0	0	0	0	0	123.98	0

Tabla 3.9. Resultados del balance hídrico, subcuenca río Piedras 2015

Totales	
Temperatura media mensual	15.83 °C
Índice de calor anual	68.75
Parámetro (a)	1.58
Evapotranspiración potencial o de referencia	716.26
Evapotranspiración real	725.98
Precipitación	1100 mm
Déficit	99.33 mm
Exceso	473.65 mm

Tabla 3.10. Resultados totales del balance hídrico, subcuenca río Piedras 2015



* Reserva de referencia = 100L/m^2

Figura 3.31. Balance hídrico general de la subcuenca río Las Piedras

Según las publicaciones sobre el ONI, el año 2015presenta influencia por el fenómeno El Niño; con el fin de identificar las afectaciones a nivel hídrico en la subcuenca río Piedras, se realiza el cálculo del balance hídrico; los resultados muestran que para el primer trimestre del año, las precipitaciones presentaron un comportamiento normal dado que el fenómeno estaba en su configuración inicial y sus efectos aún no se hacían notar en las variables climáticas de la subcuenca; el mes de enero obtuvo 105 mm de lluvia y a su vez una reserva inferior a los 100 mm dado que este mes es de características de pocas precipitaciones; en febrero y marzo las precipitaciones se incrementan con valores de 223 y 203 mm, aquí la reserva alcanza su valor máximo de 100 mm y se generan excesos hasta de 150 mm.

Para el segundo trimestre del año, los efectos del fenómeno El Niño se evidencian con reducciones en las precipitaciones y en las reservas, y se anulan los excesos para mayo y junio. En abril la precipitación alcanza los 110 mm, la reserva se sostiene en 100mm, pero los excesos tienden a disminuir obteniendo un valor de 55mm. Mayo obtiene 41 mm de lluvia, dada esta reducción el exceso de agua se anula y la reserva disminuye hasta 84 mm; en junio la precipitación acumulada mensual es de 14 mm, este bajo aporte hídrico hace que la reserva disminuya hasta 40 mm.

El tercer trimestre del año (julio, agosto y septiembre) se caracteriza a nivel climático por ser de pocas precipitaciones, pero debido a la fase de desarrollo en la que se encuentra el fenómeno El Niño, este efecto se acentúa generando déficit en el balance hídrico. Según los resultados del balance en julio, la reserva se anula y se evidencia un déficit hídrico de 8 mm, comportamiento que se sostiene para el mes de agosto, en el cual el déficit se incrementa a 61 mm debido a la anulación de las lluvias; en septiembre las precipitaciones alcanzan un valor de 38 mm, reduciendo el déficit hídrico a 28 mm.

La anulación de los excesos, disminución en la reserva y la presencia de déficit hídrico afectan de manera directa la oferta hídrica de la subcuenca, lo que se evidencia en los reportes diarios de la estación puente carretera, pues los valores más bajos de caudal durante el año 2015 cercanos a $0.6m^3/s$ se presentan en los meses más críticos observados en el análisis del balance hídrico.

El último trimestre del año presenta recuperación hídrica producto de las lluvias del mes de noviembre; no obstante, diciembre obtuvo una reducción histórica en sus precipitaciones, dado que en condiciones normales este mes presenta valores importantes de lluvias. El mes de octubre muestra recuperación en las precipitaciones con 88 mm, anulando así el déficit y fortaleciendo la reserva en 25 mm. En noviembre el valor acumulado mensual de lluvias alcanza los 259 mm, recuperándose la reserva y generando excesos de 123 mm. Ya en su fase de madurez, para el mes de diciembre caracterizado por altas precipitaciones, generalmente por encima de los 300 mm, el fenómeno El Niño genera una reducción histórica en los valores de precipitación; para el año 2015, el acumulado de lluvias de

diciembre presentó un valor de 2 mm, anulando los excesos y disminuyendo la reserva hasta 39 mm.

Como parte del proceso de seguimiento y monitoreo, fue muy valioso para la entidad local contar con la información del SAATP, pues estos resultados permitieron poner en marcha el plan de contingencia y fortalecer las acciones frente a la adaptación.

Este seguimiento se relaciona con la integración de los resultados del análisis de los registros de la red local de monitoreo climático y la información de estaciones del IDEAM, AAPSA y Unicauca; se elaboran mapas de lluvias por el método de las isoyetas, con el fin de determinar la precipitación media anual para la subcuenca río Piedras, así como su distribución espacial en la zona de estudio (Zúñiga, 2016b).De acuerdo al informe realizado por Zúñiga (2016a), el año 2014 respecto al ENOS se considera como neutral, durante este año las Temperaturas Superficiales del Océano Pacifico Tropical permanecieron dentro de sus valores normales, por lo que se puede considerar que el 2014 es un año climáticamente representativo para analizar valores de lluvia (Figura 3.32).

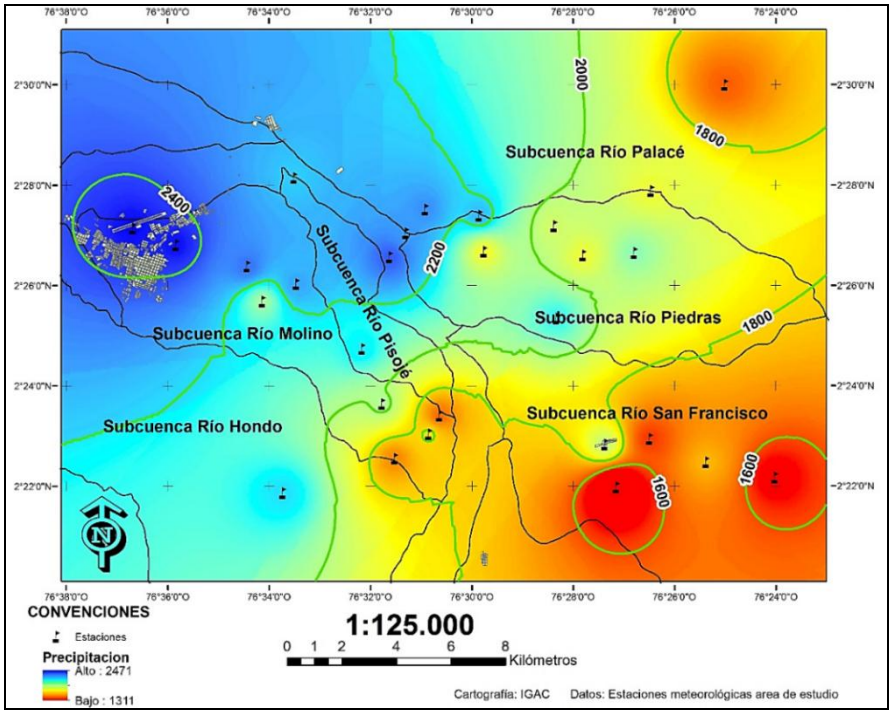


Figura 3.32. Precipitación 2014, subcuencas hidrográficas.

A partir del segundo semestre del año 2014, entidades internacionales como La NOAA y el IRI, y a nivel nacional el IDEAM, generan alertas ante la posible ocurrencia de un fenómeno El Niño, dado que los modelos de predicción mostraban condiciones favorables para su desarrollo. Dicho fenómeno dio inicio en el mes de abril del año 2015 y culminó en mayo de 2016, generando reducción en las precipitaciones para los dos años de afectación.

La precipitación media en la subcuenca río Piedras para el año 2014 es de 1959 mm; a nivel espacial, el mapa muestra que las precipitaciones se concentraron hacia la parte baja de la subcuenca con valores superiores cercanos a los 2200 mm; mientras que en la parte media y alta la precipitación anual estuvo entre 1800 y 2000 mm (Figura 3.33).

Este comportamiento se replica en las subcuencas hidrográficas de la región, donde las precipitaciones a nivel general muestran una mayor concentración en los sectores con menor elevación como parte media y baja de Molino y Pisojé.

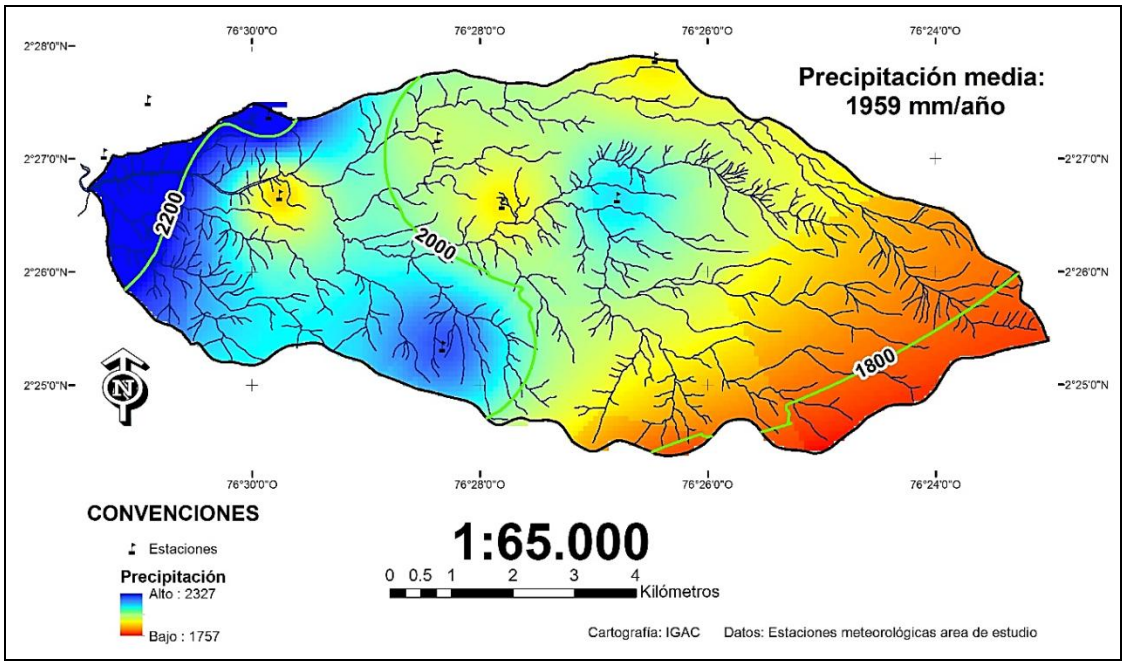


Figura 3.33. Precipitación 2014, subcuenca Rio Piedras.

Las subcuencas hidrográficas en general presentaron reducción en las lluvias durante el 2015, obteniéndose para las partes altas como subcuenca San Francisco, y sectores de Molino y Piedras, valores entre 750 mm y 1050 mm. En las partes media y baja de las subcuencas Molino y Piedras, así como Pisojé, las precipitaciones estuvieron alrededor de los 1200 mm (Figura 3.34).

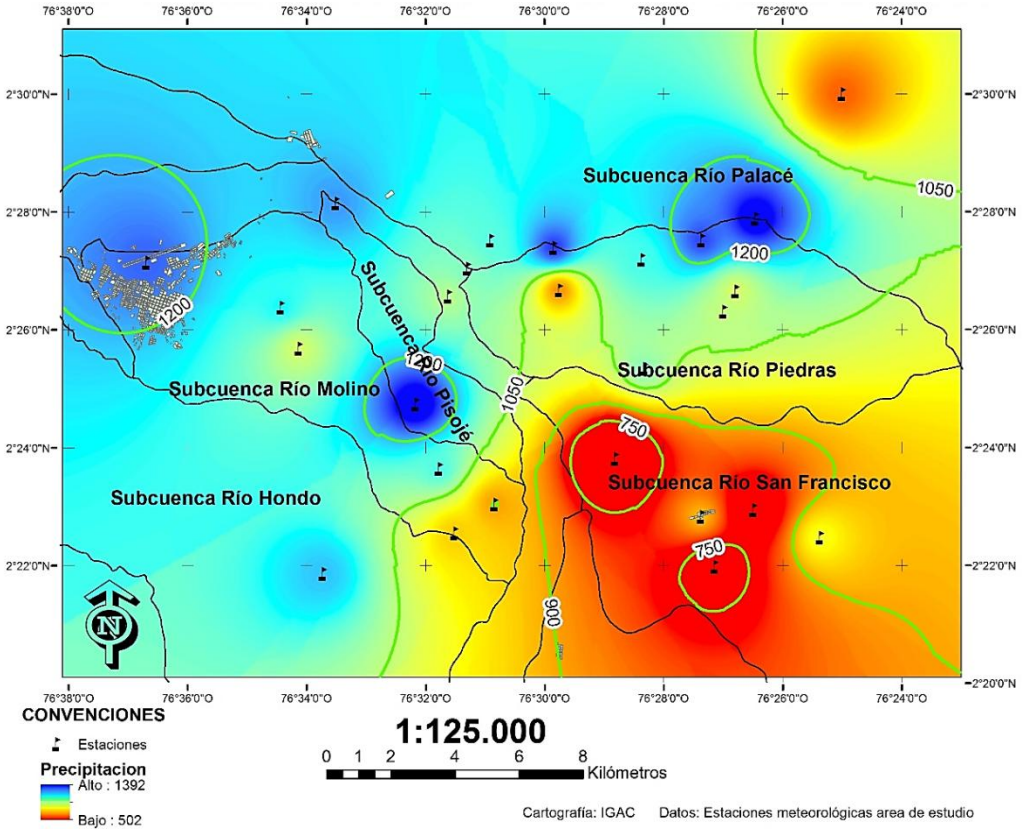


Figura 3.34. Precipitacion 2015 subcuencas hidrograficas.

La precipitación media del año 2015 con afectación del fenómeno El Niño, presentó un valor de 1061 mm; respecto a la precipitación media del año 2014, disminuyó en un 50,5% (989 mm). Esto se debe a los efectos deficitarios que generó este fenómeno en los meses que regularmente aportan valores importantes en los registros pluviométricos, como son mayo, octubre, noviembre y diciembre (Figura 3.35).

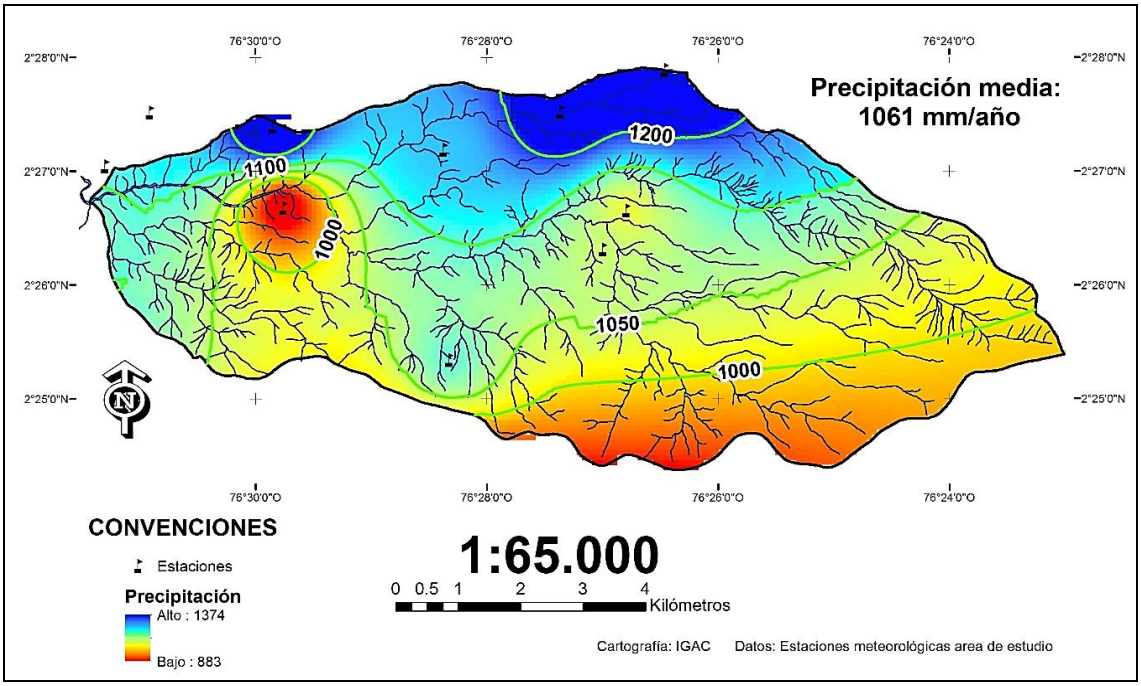


Figura 3.35. Precipitación 2015, subcuenca Rio Piedras.

Las subcuencas hidrográficas para el año 2016 presentan incrementos generalizados en los registros de precipitación; no obstante, los sectores con mayor altura tienen un comportamiento recurrente en el que las lluvias tienden a obtener valores inferiores en comparación con los más bajos. Para este año, la subcuenca río San Francisco reporta valores entre 1000 y 1200 mm, mientras que la parte media y baja de Molino y Pisojé, obtuvo una precipitación anual entre 1800 y 2000 mm (Figura 3.36).

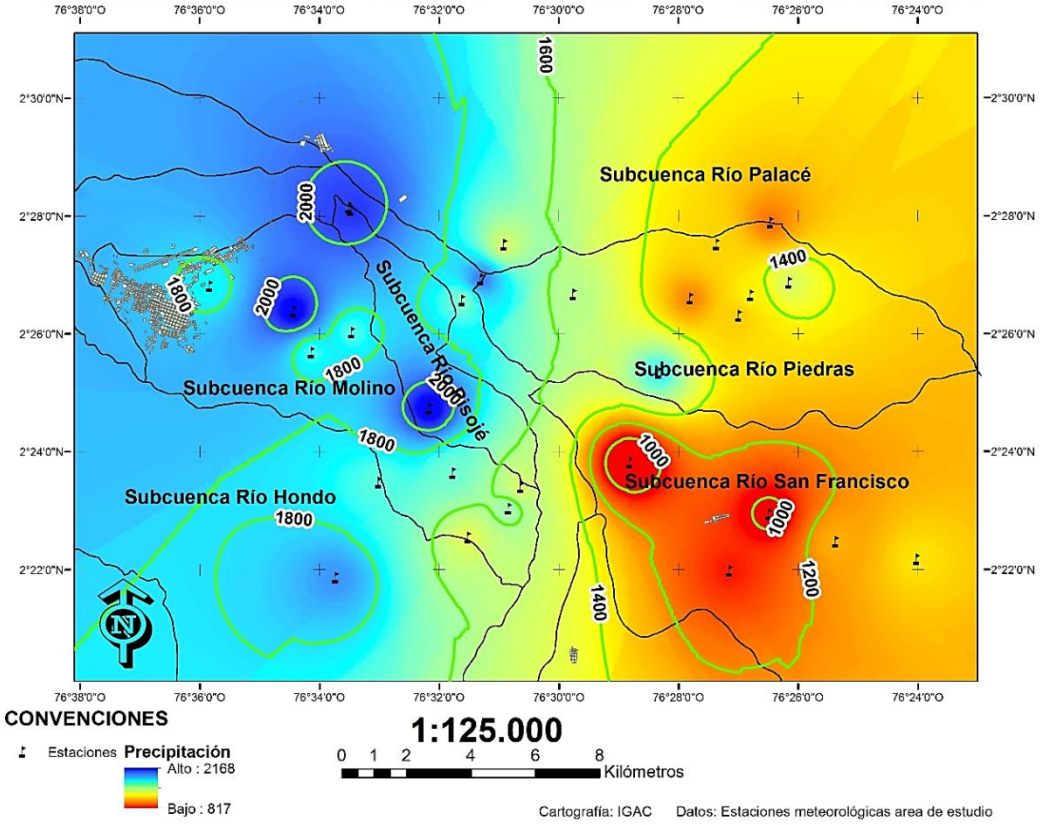


Figura 3.36. Precipitacion 2016 subcuencas hidrograficas.

El año 2016 presenta una menor influencia del fenómeno El Niño debido a que se encuentra en su fase de madurez o debilitamiento y finaliza en el mes de mayo, por lo que la precipitación media tiende a recuperarse a sus valores normales observados en 2014. Para 2016 se obtiene en la subcuenca río Piedras un valor medio de 1442 mm/año. Este incremento respecto al año anterior se debe a que el fenómeno, en su fase de madurez, presenta una declinación en sus efectos, por lo que las reducciones de lluvias no son tan fuertes, como lo observado en los meses de abril y mayo de 2016 (Figura 3.37).

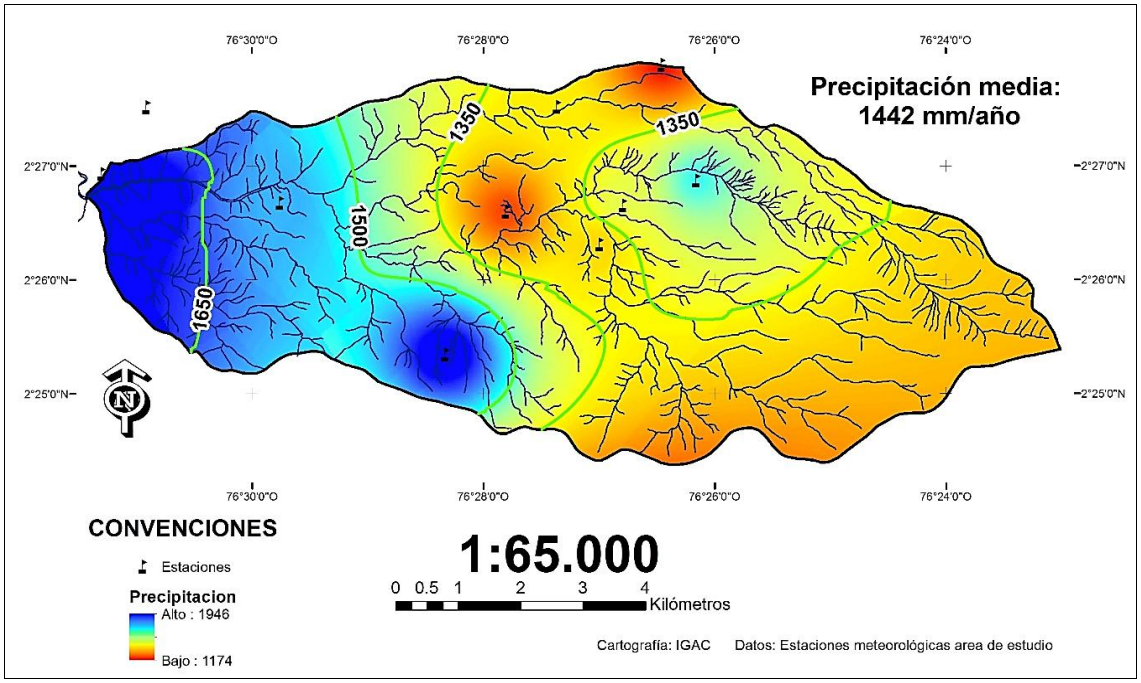


Figura 3.37. Precipitación 2016, subcuenca Rio Piedras.

Los anteriores resultados muestran que los mayores volúmenes de precipitación para los años 2014, 2015 y 2016 se presentaron para los sectores de la subcuenca Molino parte media y baja, Pisojé y subcuenca Piedras parte baja. El año 2014 no tuvo influencia de evento ENOS, por lo que se obtuvo la más alta precipitación anual con valores entre 1600 y 2400 mm/año. Los años 2015 y 2016 presentaron influencia de El Niño que inició en abril de 2015 y terminó en mayo de 2016; este fenómeno redujo notoriamente las precipitaciones obteniéndose para 2015 valores entre 750 y 1200 mm/año y para el año 2016 valores entre 1000 y 2000 mm/año (Figura 3.38).

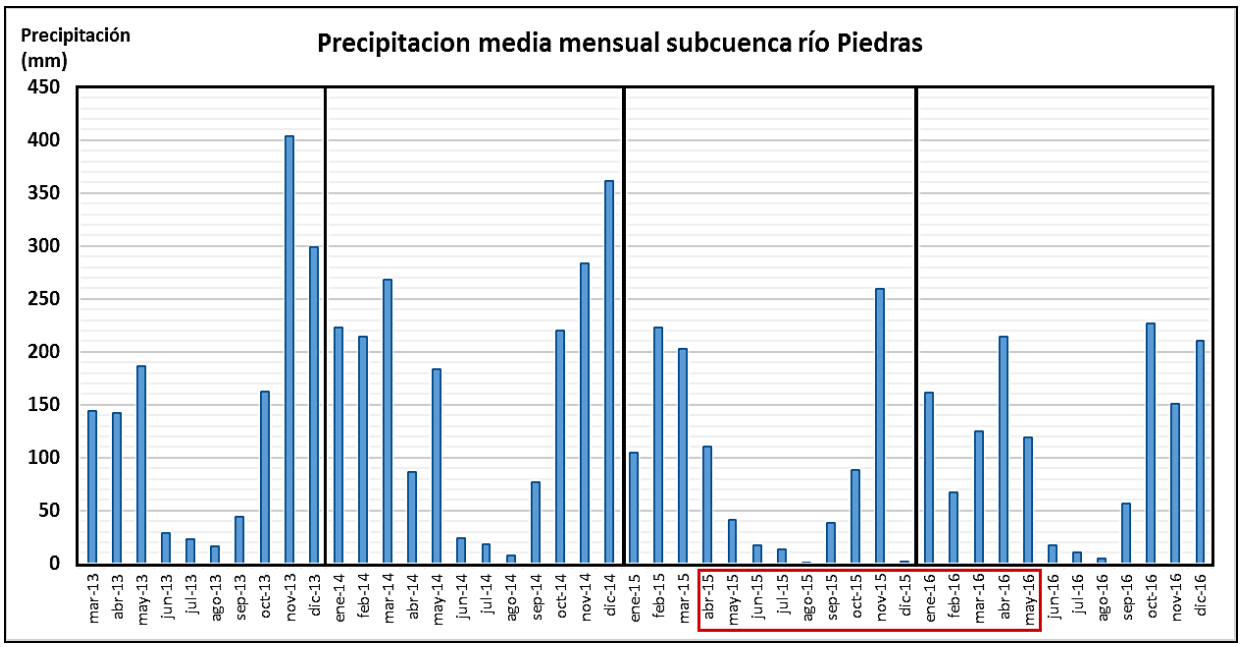


Figura 3.38. Precipitación media mensual subcuenca río Las Piedras

En la figura 3.38 se puede observar la precipitación media mensual para la subcuenca Río Piedras desde marzo de 2013 hasta diciembre de 2016. Esta información permite identificar la bimodalidad de las lluvias que se presenta anualmente con dos temporadas de lluvias y tos temporadas secas. Es importante notar los efectos que ocasionan fenómenos como El Niño, con una notable disminución en las precipitaciones de la segunda temporada de lluvias del año 2015, siendo diciembre el mes más afectado con un valor de 2mm/mes cuando en condiciones normales se obtienen valores entre 200 y 350 mm/mes.

Es importante destacar que la información arrojada por el SAATP, se valida una herramienta clave para la sostenibilidad de las acciones orientadas hacia la adaptación, mucho más cuando este trabajo participativo de la comunidad campesina e indígena, se vincula a la investigación recolectando información meteorológica diaria en lo referente a precipitación y temperatura. Además, la comunidad campesina e indígena de la zona, conjuntamente con actores locales, como técnicos de diferentes instituciones y actores externos, como los expertos técnicos de ECOSAGA S.A.S en coordinación con CCAFS, aplicaron el SAATP y lo discutieron a través de la Mesa Técnica Agroclimática(MTA) del Cauca, que se reúne periódicamente para analizar el posible comportamiento del clima local futuro y su

efecto sobre los principales cultivos de la zona; con base en las predicción climática para los próximos meses y las evaluaciones agroclimáticas participativas, se plantean medidas alternativas en la planificación de los sistemas productivos y agro-ecosistémicos locales.

Como resultado de cada MTA desarrollada, se genera y divulga un boletín agroclimático, en un lenguaje y contexto local, fortaleciendo los espacios de comunicación con las bases comunitarias.

e. Mesas Técnicas Regionales de Pronósticos Agroclimáticos

La iniciativa de la Mesa Técnica Agroclimática en el Cauca surge como resultado de intercambios de cooperación internacional entre delegaciones de Colombia y Senegal, financiado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, programa de Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria CCAFS, donde se identifica la manera como los agricultores senegaleses usan pronósticos agroclimáticos para afrontar los riesgos del clima. Las Mesas Agroclimáticas cuentan con la participación del Ministerio de Agricultura de su país, expertos en agricultura, meteorología y agricultores de la región, que entre sus labores diarias tienen la de monitorear las precipitaciones (Figura 3.39).

Figura 3.39. Delegación Colombiana visita Senegal. Fuente CIAT.

Teniendo como base esta experiencia exitosa en Senegal, donde la climatología genera grandes retos por déficit hídrico y que pese a esto los agricultores logran producir, se promueve la iniciativa de realizar Mesas Técnicas Regionales de Pronósticos Agroclimáticos para nuestro país.

Francisco Boshell, consultor internacional en Agroclimatología, lidera esta iniciativa y propone iniciar esta experiencia en el Cauca, con el fin de fortalecer y dar continuidad al Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas en la cuenca alta del río Cauca, proceso liderado por la Fundación Procuenca río Las Piedras, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. a través de diferentes convenios de cooperación con IDEAM, GIZ y CIAT.

La Mesa articula acciones entre comunidades e instituciones, y se establece con actores representativos que sirven de puente entre los generadores de predicciones agroclimáticas y los productores agropecuarios, para que con base en esta información, tomen decisiones más adecuadas para los sistemas productivos y en la gestión del riesgo agroclimático. Entre los componentes de la Mesa se destaca la información agroclimática, plagas y enfermedades de cultivos, manejo de agua y suelo, seguridad alimentaria, semillas e insumos agropecuarios. Para el Cauca, la realización de las Mesas se hace posible gracias a los convenios de cooperación entre CIAT, CCAFS, ECOSAGA, Fundación Pro Cuenca río Las Piedras y La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P (Figura 3.40).

Figura 3.40. Reunión de la Mesa Agroclimática en Cauca

En la Mesa Agroclimática participan instituciones del orden gubernamental y no gubernamental, comités de gestión del riesgo, representantes de los grupos comunitarios y agricultores. El desarrollo temático de la Mesa consiste en analizar la climatología nacional, regional y local, con fuentes de información internacional, nacional y local, las tendencias climáticas para los próximos meses según modelos internacionales y análisis de pronósticos probabilísticos y determinísticos según modelos piloto, evaluaciones y proyecciones agroclimáticas, teniendo en cuenta los pronósticos y análisis participativos para la generación de recomendaciones e implementación de prácticas adaptativas (Figura 3.41).

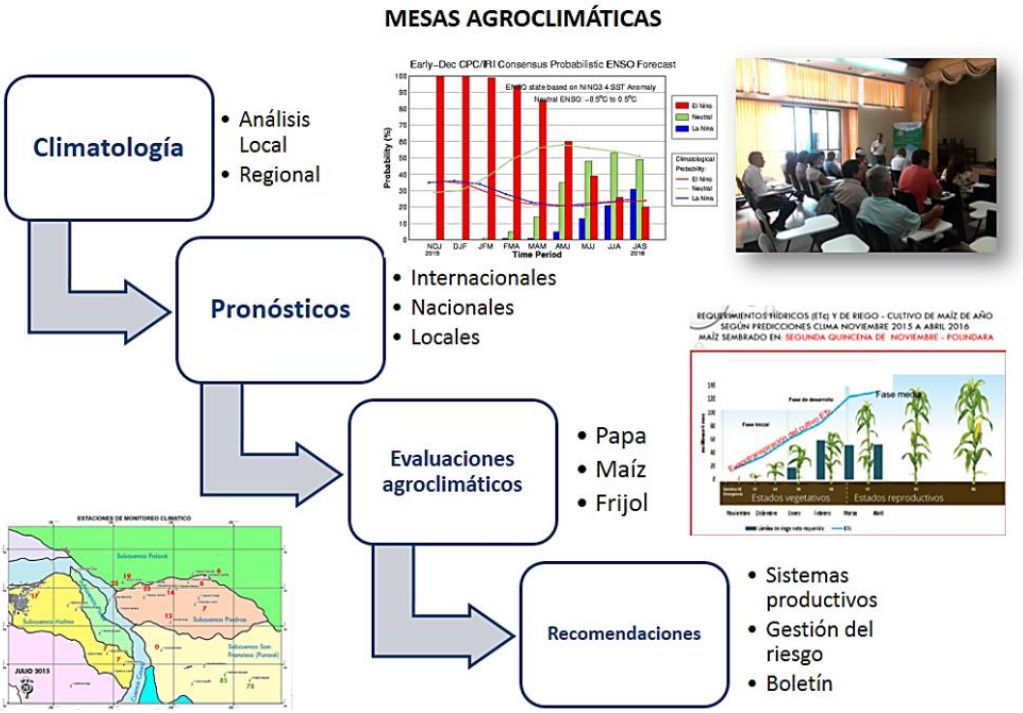


Figura 3.41. Mesa Técnica de Pronóstico Agroclimático. Fuente: CCAFS (2016).

El desarrollo continuo de las Mesas Agroclimáticas ha permitido mantener informada a la comunidad sobre los pronósticos climáticos y convertirse en un organismo de información con credibilidad en el tema a nivel regional (Figura 3.42).

Figura 3.42. Reuniones de la Mesa Técnica Regional de Pronósticos Agroclimáticos

Como resultado de cada Mesa desarrollada, se genera y divulga un boletín agroclimático que resume los principales componentes expuestos en la reunión en un lenguaje y contexto local (Figura 3.43).

Figura 3.43. Boletines de Alertas Agroclimáticas

En los boletines de Alertas Agroclimáticas se comunican los principales resultados de la Mesa a los grupos comunitarios, con el fin de generar la alerta y de manera participativa buscar estrategias para la implementación de prácticas adaptativas. A través de estos boletines y con talleres de Alertas, se mantiene informados a los grupos comunitarios sobre la evolución del fenómeno El Niño o La Niña, los pronósticos locales y las recomendaciones generadas en la Mesa.

Los fenómenos Niño y Niña inciden en los regímenes de lluvia, alterando los sistemas productivos, incremento de eventos de remoción en masa, inundaciones, daño a sistemas de infraestructura, déficit hídrico con períodos prolongados de verano, afectando sistemas de abastecimiento, aumento de la temperatura que incide en el incremento de plagas en los cultivos, incendios forestales que ponen en

riesgo áreas de regulación hídrica, incrementando la vulnerabilidad del sistema natural y limitando su capacidad de respuesta. Es por esto que la adaptación permite tener alternativas de respuesta ante los cambios.

Ante un fenómeno El Niño se puede presentar:

- Incremento de temperaturas y de evaporación del agua y por ende mayor posibilidad de incendios forestales.
- Disminución de la oferta hídrica con déficit de caudal de las fuentes, limitando sistemas de abastecimiento y de riego.
- Afectación en los sistemas productivos
- Alteración de ciclos productivos afectando la seguridad alimentaria

Ante un fenómeno La Niña se puede presentar:

- Incremento de lluvias con posibilidad de que se presenten inundaciones.
- Crecientes súbitas con flujos de agua altos, no regulados que se caracterizan por la fuerza con la que corren las aguas, transportando troncos, sedimentos.
- Alteración de ciclos productivos con afectación de la economía regional y de la seguridad alimentaria.
- Movimientos de remoción en masa que se relacionan con la saturación del suelo por el incremento de lluvias.

Ante esto los agricultores indígenas y campesinos implementan prácticas que permiten mejorar la disponibilidad y uso del recurso hídrico en época de estiaje, crecimiento y recuperación de la población vegetal que permite la regulación hídrica, optimizar el acceso al agua que es un estímulo a las comunidades para la conservación del ecosistema y una alternativa fundamental para enfrentar un fenómeno como El Niño.

En el 2015 las temperaturas superficiales del Océano Pacifico tropical presentaron anomalías positivas y como consecuencia se generó El Niño desde abril de 2015 hasta mayo de 2016. El trabajo articulado entre instituciones y grupos comunitarios en el marco del Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas permitió,

conocer de manera anticipada la evolución de este fenómeno desde inicios del año 2015, a través de las reuniones de la Mesa Agroclimática y de esta manera planificar acciones para la mitigación de sus efectos en los sistemas productivos y uso eficiente de agua; para la subcuenca Piedras, entre las acciones que se destacan están la instalación de sistemas de riego por goteo, construcción de sistemas de captación, desarenador, tanque de almacenamiento, línea de conducción, abastecimiento de bebederos ecológicos, construcción de un sistema de captación de agua lluvia y por gravedad, planificación de fincas para una adecuada distribución y uso eficiente del agua para producción de cultivos; estas prácticas para afrontar el Niño, fueron replicadas en otras subcuencas que conforman la cuenca Alta del río Cauca.

f. Acciones frente al fenómeno el Niño 2015 - 2016

Teniendo en cuenta el monitoreo climático local y los análisis socializados en las Mesas Agroclimáticas, se plantean acciones para hacer frente a los posibles efectos del fenómeno El Niño en la región; dichas acciones se orientan hacia el recurso agua, con el fin de dar sostenibilidad a las actividades agropecuarias y la producción agrícola en temporadas secas, con la posibilidad de producir en diferentes épocas de año (Tabla 3.11).

LUGAR	ACCIONES	IMAGEN
Actor social: ASOPROQUINTANA Cuenca: Piedras. Vereda: Quintana Custodio: Aquileo Ortega	Instalación de sistema de riego por goteo aprovisionándose del canal abierto que pasa por la parcela. Aumento de diversidad y cantidad de productos.	
Cuenca: Piedras. Resguardo de Quintana Vereda: San Ignacio Custodio: Héctor Arias	Construcción del sistema de captación, desarenador, tanque de almacenamiento, línea de conducción, sistema de riego por aspersión a cultivos y pasturas, abastecimiento de bebederos ecológicos, excedentes para la venta.	

LUGAR	ACCIONES	IMAGEN
Cuenca: Piedras. Resguardo de Quintana Vereda: El Canelo Custodio: Harold Ortega	Construcción de un sistema de captación de agua por gravedad, conducción en 1.200 ML, sistema de riego por microaspersión para cultivos de pancoger y uso doméstico. Construcción de invernadero, reservorio de aguas lluvias y almacenamiento de agua por gravedad con una capacidad de 40.000 litros, lo que garantiza agua suficiente para las actividades productivas de la parcela. Fortalecimiento de la economía familiar ya que esta se basa en la producción de la parcela.	
Actor social: ASOCAMPO Cuenca: Piedras. Vereda: Los Laureles Custodio: Manuel Esteban Gurrute.	Adecuar el sistema de almacenamiento con una capacidad de 4.000 litros. Distribución en los diferentes lotes de la parcela para producción de cultivos de hortalizas, frutales, tomate de mesa, frijol, maíz, papa colorada, actividad que soporta la economía de la familia.	
Actor social: ASOCAMPO Cuenca: Piedras. Vereda: Las Huacas Custodio: Gloria Gurrute.	Instalación de tanque para agua de capacidad de 1.000 litros para uso pecuario y doméstico. Distribución del agua en la parcela con sistema de riego por goteo. Manejo de suelos con sistemas de conservación: barreras vivas multipropósito. Aumento y diversificación de la producción de la parcela. Abastecimiento de agua para el ganado.	
Actor social: ASOCAMPO Cuenca: Piedras. Vereda: Las Huacas Custodio: María Camayo	Construcción de un reservorio en el suelo con recubrimiento en plástico con una capacidad de 10.000 litros, destinados al uso doméstico, pecuario y agrícola, esto le permite cultivar en épocas secas y sostener la producción ganadera que sostiene la familia.	

LUGAR	ACCIONES	IMAGEN
Cuenca: Pisojé Vereda: San Alfonso - Custodio: Avelino Bonilla.	Optimización del sistema de acceso al agua en toda las actividades de la finca, posibilidad de sostener la producción agropecuaria en épocas secas	
Cuenca Pisojé vereda Pisojé Alto – sendero agroecológico el Sol Naciente Custodio: Alejandro Jojoa Rosales.	Se construyó la captación sobre el lecho de la Quebrada Pisojé, se adecuaron el ariete y 2 tanques, uno de impulsión y otro de almacenamiento, con una capacidad de 10.000 litros.	
Cuenca Palacé vereda Clarete sector Curillo Custodio: Luis Rivera	Se construyó captación y reservorio con una capacidad de 10.000 litros, que garantizan las actividades agropecuarias de manera permanente.	
Cuenca Palacé Vereda Clarete Custodio: Familia Gurrute	Fortalecimiento de las actividades agropecuarias, en producción escalonada y diversificada, manejo de pastos con rotación de potreros, bebederos ecológicos.	
Cuenca Molino vereda El Hogar Custodio: Luis Manquillo	Se construyó captación y tanque de almacenamiento con capacidad de 1.000 litros, que garantizan y apoyan la producción agropecuaria en temporadas secas.	

LUGAR	ACCIONES	IMAGEN
Cuenca Molino Vereda El Hogar Custodio: Carmen Lame	Construcción de captación y línea de conducción para distribución por microaspersión en un lote de 3.200 m^2	
Cuenca Alta del Río Cauca. Resguardo de Puracé Vereda: Chapío Parcela comunitaria grupo de custodios de semillas	Adecuar un sistema de acceso al agua con un tanque de almacenamiento de 2000 litros y una acometida de 1 pulgada, que garantiza agua permanente en la parcela comunitaria para sus actividades productivas.	
Cuenca Alta del Rio Cauca. Resguardo de Puracé Vereda: El Tablón	Suministro de agua para una producción diversificada y escalonada, que garantiza la seguridad alimentaria y la generación de excedentes para la venta.	
Cuenca Alta del Río Cauca. Resguardo de Puracé Vereda: Chapío Custodio: Patricio Piso.	Instalación de un sistema de riego con todos sus componentes: tanque de almacenamiento de 1000 litros, línea de acometida de ¾ de pulgada; fortaleciendo la sostenibilidad de la producción en épocas secas.	
Cuenca Alta del Río Cauca. Resguardo de Poblazón Vereda: Alto Pesares Custodio: Abel Pino.	Construcción de Sistema de riego partiendo de almacenamiento de agua, procedente de nacimiento propio, en 2 tanques con capacidad de 2000 litros, instalación de riego por goteo y aspersión. Desarrollo de cultivos diversificados en las diferentes épocas del año, fortaleciendo la economía de la familia.	

LUGAR	ACCIONES	IMAGEN
Cuenca Molino. Resguardo de Poblazón Vereda: Poblazón Custodio: Gilberto Maca	Instalación del sistema de riego por aspersión para un área de 5.141 m^2. Aumento y diversificación de la producción con excedentes para la venta.	
Cuenca Molino. Resguardo de Poblazón Vereda: Poblazón Custodio: Isabel Velazco Maca	Instalación de un sistema de riego por goteo para un área de 6.000 m^2, para producir en diferentes épocas del año y fortalecer la seguridad alimentaria y la economía de la familia.	
Cuenca Molino Vereda Santa Elena Custodio: Saúl Bonilla	Construcción de captación, desarenador, línea de conducción, sistema de riego para los cultivos de hortalizas, frutales, maíz, frijol, arveja, papa, suministro de agua a los potreros para bebederos ecológicos y riego para sostenimiento de praderas en épocas de sequía.	
Cuenca Molino Vereda Santa Elena Custodio: Socorro Sánchez	Almacenamiento de agua en tanque de 1000 litros para la producción agrícola y el suministro a los potreros para los bebederos ecológicos. Rendimientos en la producción de maíz, frijol y arveja.	
Cuenca Molino Vereda El Hogar Custodio: Laurentino Sánchez	Instalación de un sistema de riego por microaspersión en un área 2.800 m^2 Mejoramiento de la producción diversificada y permanente. Integración de toda la familia a la producción permanente.	

Tabla 3.11. Acciones frente al fenómeno El Niño

3.3.2 Indicadores seleccionados para evaluar la disponibilidad de los servicios ambientales

a. Cambios en coberturas

En los resultados de las proyecciones de coberturas de la tierra al año 2040, se obtiene un primer escenario en el cual se utilizaron las coberturas del periodo de 1989 al 2016, donde se desarrollaron prácticas de manejo adaptativo, y un segundo escenario utilizando las coberturas del periodo de 1989 a 1999, donde las prácticas de manejo aún no se habían consolidado en la subcuenca río Las piedras.

En el primer escenario es posible observar en la tabla 3.12, figuras 3.44 y 3.45, el área y distribución de coberturas, en las cuales el Bosque Fragmentado Galería o Ripario tiene mayor predominancia con un área de 2202 ha, equivalente a 33,4%, seguido del Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales con 1925 ha y 29,2%, luego se observan los Pastos Limpios con 1250 ha y 19% respectivamente. Posteriormente, se encuentran el Bosque Abierto con 574 ha y 8,7% y Bosque Denso 529 ha con 8%, con menor representatividad se identifica el Herbazal Denso con 111 ha y 1,7%, así como la Laguna (Embalse La Florida) con 3 ha.

De otra parte, en el segundo escenario se identifican en la tabla 3.12, figuras 3.44 y 3.46 el área y distribución de coberturas, en las cuales los Pastos Limpios predominan con un área de 2789 ha equivalente a 42,3%, seguido del Bosque Fragmentado Galería o Ripario con un área de 2062 ha con 31,3%, Bosque Abierto con 588 ha y 8,9%, luego se observan el Bosque Denso 537 ha con 8,1%, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales con 506 ha y 7,7% respectivamente. Finalmente, se encuentran el Herbazal Denso con 111 ha y 1,7%, así como la Laguna (Embalse La Florida) con 3 ha.

Proyección con Prácticas de Manejo			Proyección sin Prácticas de Manejo		
Coberturas	**Área ha. (CP)**	**%**	**Coberturas**	**Área ha. (SP)**	**%**
BF/GR	2202	33,4%	BF/GR	2062	31,3%
MCPEN	1925	29,2%	MCPEN	506	7,7%
PL	1250	19,0%	PL	2789	42,3%
BA	574	8,7%	BA	588	8,9%
BD	529	8,0%	BD	537	8,1%
HD	111	1,7%	HD	111	1,7%
LAG	3	0,0%	LAG	3	0,1%

Tabla 3.12. Coberturas de la tierra al 2040 en un escenario con prácticas de manejo (CP) y sin prácticas de manejo (SP).

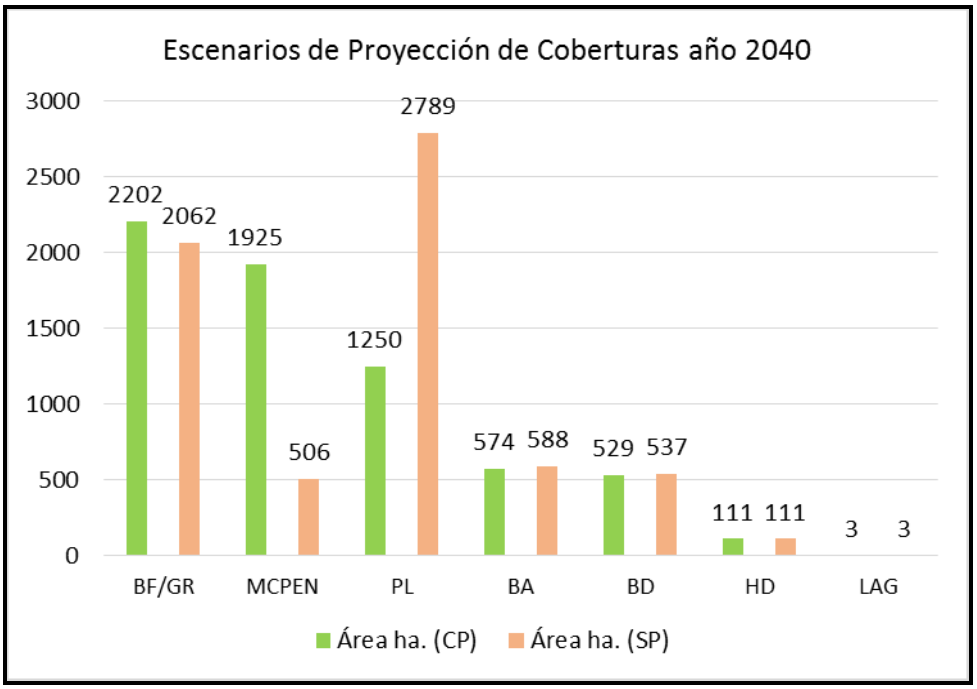


Figura 3.44. Coberturas de la tierra al 2040 en un escenario con prácticas de manejo (CP) y sin prácticas de manejo (SP).

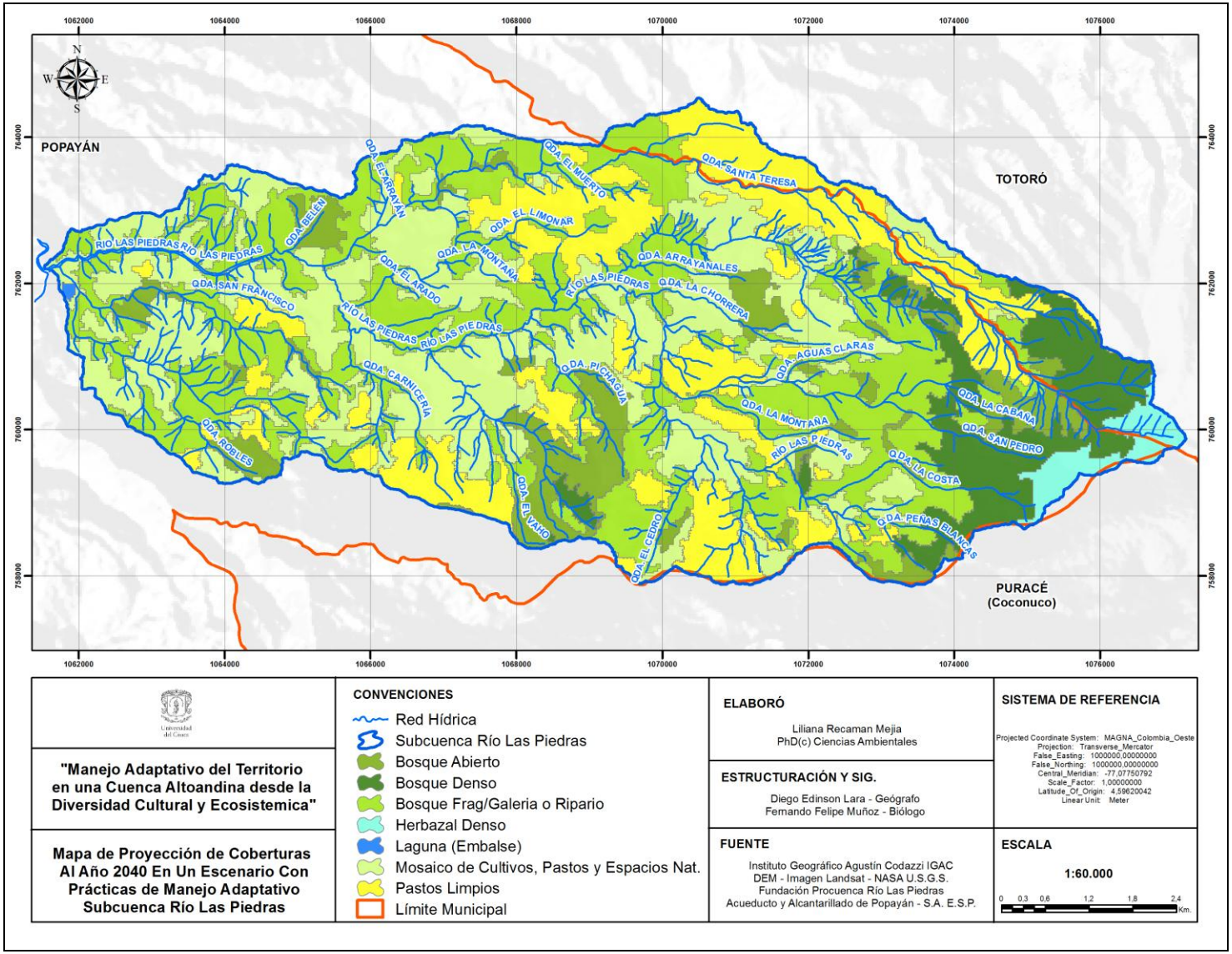


Figura 3.45. Mapa de proyección de coberturas de la tierra al año 2040 con prácticas de manejo.

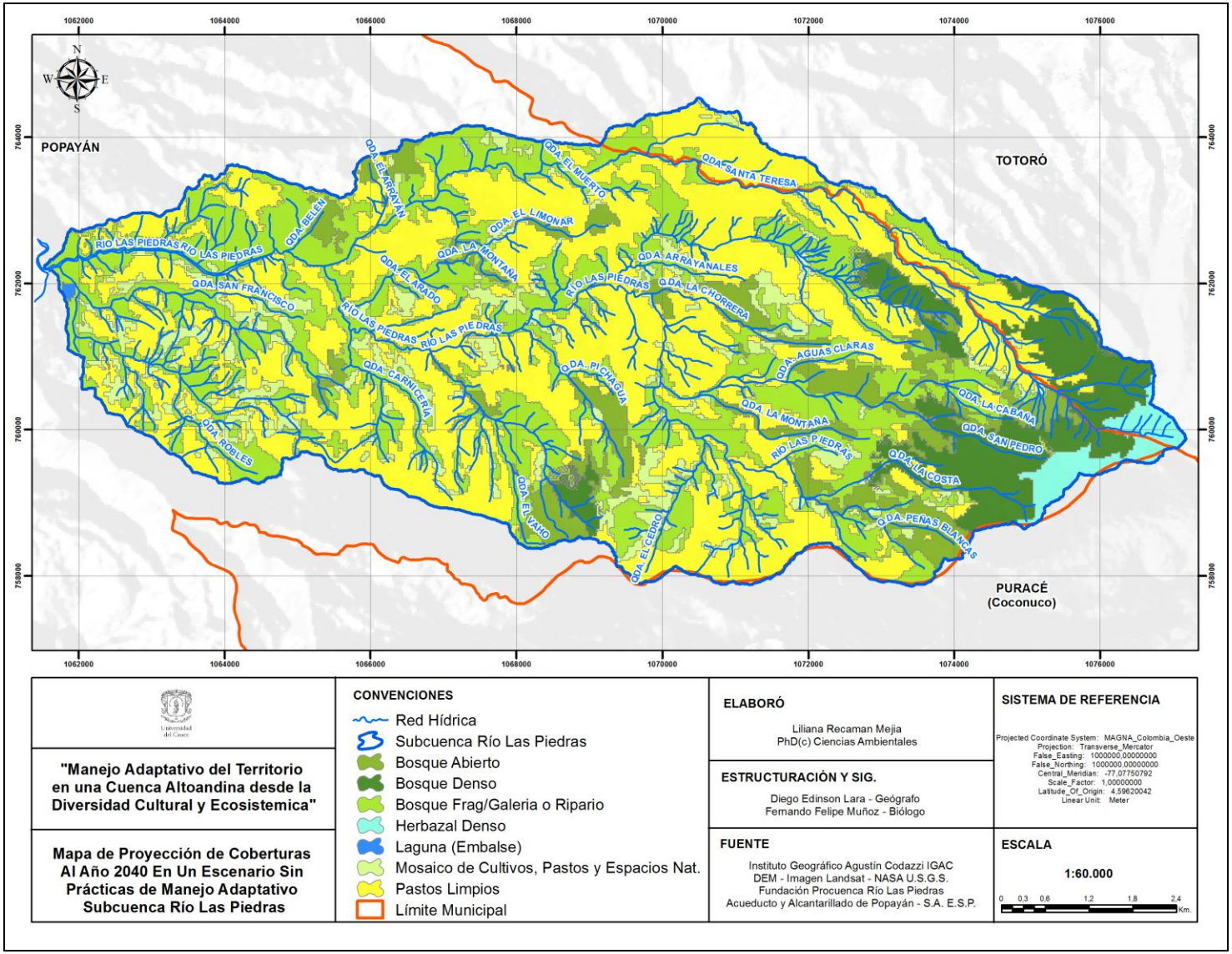


Figura 3.46. Mapa de proyección de coberturas de la tierra al año 2040 sin prácticas de manejo.

De esta manera, la proyección al año 2040 con prácticas de manejo adaptativo plantea un primer escenario a futuro donde predominan los Bosques Fragmentados y el Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, dadas las dinámicas reflejadas en la caracterización del socioecosistema donde están incluidas las áreas de recuperación y protección con presencia de bosques, pastos y cultivos representados en las Huertas Caseras.

Este escenario es variable dadas las condiciones del territorio, puesto que al no desarrollarse las prácticas de manejo se proyecta el aumento notable en Pastos Limpios y la disminución en Bosques Fragmentados y Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales; sin embargo, en caso de continuar desarrollando las prácticas de adaptación, las coberturas pueden mantener un comportamiento orientado a la recuperación y protección de las coberturas boscosas, de aquí la importancia de poder fortalecer las prácticas que han mostrado resultados para el manejo adaptativo del territorio y que pueden seguir siendo replicadas a mayor número de familias. Estos resultados se convierten en un indicador muy importante para la toma de decisiones de los actores comunitarios e institucionales y su inclusión en los diferentes elementos de planificación como los planes ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, actualización del plan de ordenamiento territorial y planes de vida de las comunidades indígenas.

b. Acceso al agua a través del análisis del balance entre oferta y demanda.

Para la construcción del enfoque del manejo adaptativo del territorio, se seleccionó la aplicación de una herramienta que permitiera relacionar la oferta y la demanda hídrica, considerando los parámetros de variables sociales como incremento poblacional, climáticas como la precipitación media, evapotranspiración; hidrológicas como el caudal medio, de consumo por sectores (urbano y rural); el urbano se relaciona la información del consumo total anual de usuarios de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.; para la zona rural correspondiente a los estimativos de población para el año 2016 de subcuenca; sector industrial correspondiente a la única empresa existente en la zona como es la piscifactoría El Diviso y el sector agrícola con el cálculo de los requerimientos

hídricos de los cultivos por hectárea en los que se consideró los cultivos más relevantes.

Con la anterior información se aplicó el modelo WEAP como herramienta que permite determinar los consumos totales anuales y la proyección futura a 2040, teniendo en cuenta el incremento poblacional y su relación directa con el incremento en la demanda hídrica, de acuerdo a los caudales medios de la estación Puente-carretera, operada por el Ideam con datos desde 1969, realizando un corte para la aplicación del modelo a 2016. Esta herramienta permite estimar hasta dónde la oferta hídrica de la subcuenca río Las Piedras puede satisfacer la demanda de los diferentes sectores, valorando las decisiones de gestión que deberán tenerse en cuenta para la planificación integrada de los recursos hídricos y forma parte del servicio ambiental del acceso al agua.

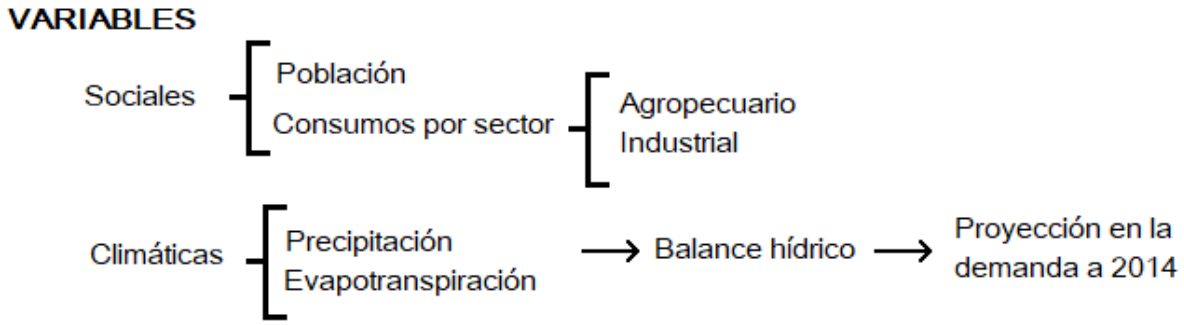


Figura 3.47. Variables utilizadas en el análisis del balance de oferta y demanda.

- **Método para el análisis de la demanda hídrica en la subcuenca río Las Piedras aplicando el modelo WEAP**

Teniendo en cuenta el método descrito, a continuación se desarrollan las variables de análisis para aplicar el modelo.

Datos poblacionales: Las proyecciones de población realizadas para el sector urbano de Popayán se basan en información censal del DANE de los años 1985 y 2005, así como el censo 2016 de la población servida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., que corresponde a 316808 usuarios; Hasta

antes del año 2011 el sistema Tablazo cuya fuente de abastecimiento es el río Piedras abastecía aproximadamente al 92% de la población urbana del municipio de Popayán, posteriormente la puesta en funcionamiento del Sistema Palacé que acoge el 25% de la población y reduce a un 67% la población servida por Tablazo. Las proyecciones de la población servida que tienen como fuente el río Piedras asumen que independientemente del crecimiento poblacional urbano de la ciudad de Popayán, se sostendrá en el tiempo un porcentaje de población servida del 67%, los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 3.12 y la figura 3.48.

Proyección de la Población urbana 2040					
Año	**Población**	**Población servida rio Piedras**	**Año**	**Población**	**Población servida rio Piedras**
1985	147768	135947	2028	425607	285157
2005	226978	208820	2029	436207	292259
2016	316808	212261	2030	447072	299538
2017	324699	217548	2031	458207	306999
2018	332786	222967	2032	469620	314645
2019	341075	228520	2033	481316	322482
2020	349570	234212	2034	493304	330514
2021	358276	240045	2035	505591	338746
2022	367200	246024	2036	518184	347183
2023	376346	252152	2037	531090	355830
2024	385719	258432	2038	544318	364693
2025	395326	264868	2039	557875	373776
2026	405172	271465	2040	571770	383086
2027	415264	278227			

Tabla 3.13. Proyección de la población urbana 2040.

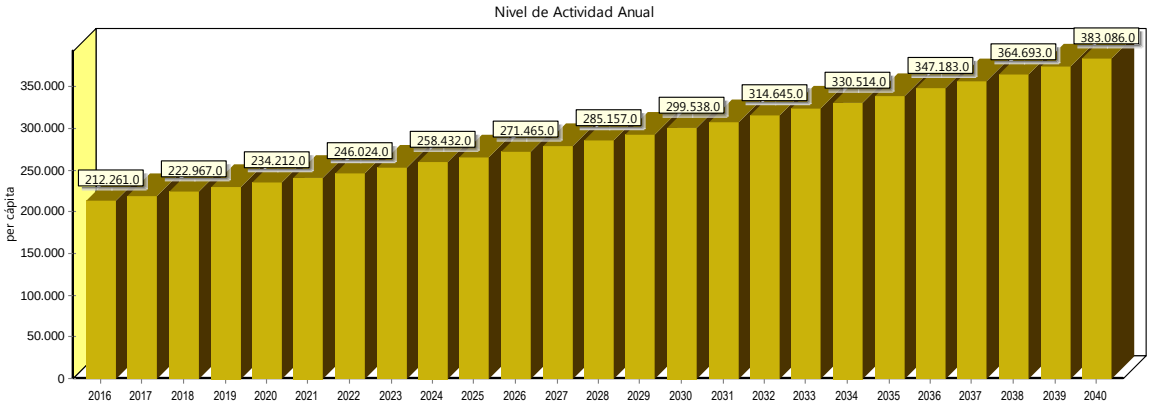


Figura 3.48. Proyección de la población a nivel urbano 2040 que se abastece del río Piedras. Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP

El crecimiento poblacional proyectado a nivel urbano se realizó por el método geométrico que presentó el mejor ajuste para la información real de población servida en el año 2016 por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., y que arrojó una tasa de crecimiento de 2.5%, diferente a lo propuesto por el DANE para sector urbano de 1.4%.

Los datos poblacionales a nivel rural proyectados a 2040, se obtienen con base en la población del año 1999 evaluada por un estudio desarrollado a través del INCORA, el cual es un referente en la zona, ya que contó para los acuerdos de comunidades campesinas e indígenas con una veeduría que permitiera corroborar que los encuestados si pertenecían a la zona y su afiliación social campesina o indígena; a partir de esta población base, se aplica una tasa de crecimiento rural del 0.84%, con lo que la población para el año 2016 corresponde a 2465 habitantes. En la tabla 3.14 y el gráfico3.49se pueden observar estos resultados.

Proyección de la población rural a 2040			
Año	**Población**	**Año**	**Población**
1999	2138	2028	2726
2016	2465	2029	2749
2017	2486	2030	2772
2018	2507	2031	2795
2019	2528	2032	2818
2020	2549	2033	2842
2021	2570	2034	2866
2022	2592	2035	2890
2023	2614	2036	2914
2024	2636	2037	2938
2025	2658	2038	2963
2026	2680	2039	2988
2027	2703	2040	3013

Tabla 3.14. Proyección de la población rural 2040.

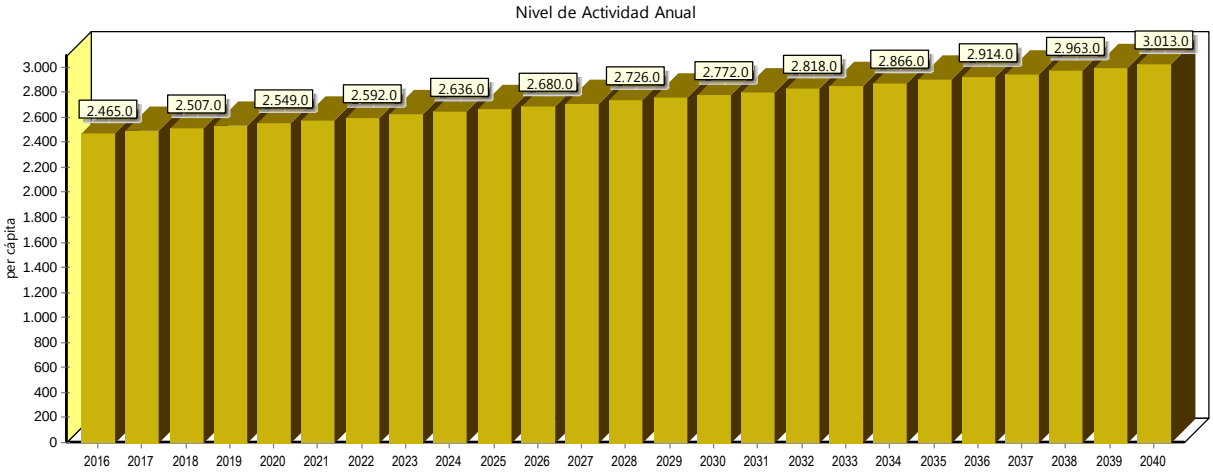


Figura 3.49. Proyección de la población a nivel rural 2040. Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP.

Demanda hídrica: se identifican cuatro tipos de aprovechamiento del recurso hídrico: a nivel urbano, rural, industrial y agrícola. La demanda hídrica a nivel urbano corresponde al consumo de la población de Popayán, este análisis se realiza con información de producción total mensual de la planta El Tablazo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. para el año 2016 (Tabla 3.15).

El Tablazo 2016			
Mes	**T. Tratada**	**Q (m3/s)**	**Variación %**
ENE	1.574.626	0.588	7.99
FEB	1.555.265	0.643	7.89
MAR	1.656.763	0.619	8.41
ABR	1.541.653	0.595	7.82
MAY	1.682.467	0.628	8.54
JUN	1.658.419	0.619	8.42
JUL	1.649.625	0.616	8.37
AGO	1.770.397	0.661	8.99
SEP	1.663.488	0.642	8.44
OCT	1.680.113	0.627	8.53
NOV	1.619.683	0.625	8.22
DIC	1.650.071	0.616	8.37
TOTAL	19.702.570	0.623	100

Tabla 3.15. Producción total mensual de la planta El Tablazo 2016.

Teniendo en cuenta que el consumo total anual de 2016 es de 19.702.570 m^3, que la población urbana servida por este sistema es de 212.261 y un 40% de pérdidas del sistema, se puede obtener que la tasa anual de uso que es de 92.82 m^3/persona, valor que incluye las pérdidas. La demanda a nivel rural se calcula teniendo en cuenta la población proyectada de la subcuenca, que para el año 2016 es de 2465 habitantes, con una tasa anual de uso de 51.1 m^3/persona y un estimado de 70% en pérdidas dadas por las deficiencias en la conducción del agua por los acueductos veredales y canales abiertos.

La demanda industrial que corresponde al consumo de la piscifactoría El Diviso, se estima un consumo anual de 2.428.272 m^3.Para estimar la demanda agrícola en la subcuenca río Las piedras se determinó que cuenta con aproximadamente 101.4 ha cultivadas, en las cuales predominan cultivos como el maíz, café y misceláneos. El método de captura de la información consiste en la identificación y digitalización de áreas de cultivo, por medio de imágenes satelitales apoyadas en el conocimiento local del territorio del equipo técnico de la FRP. La digitalización se realizó con una escala de visualización de la imagen 1:500 y se considera un área mínima de mapeo de 0.01 ha (100 m^2) (Figura 3.50).

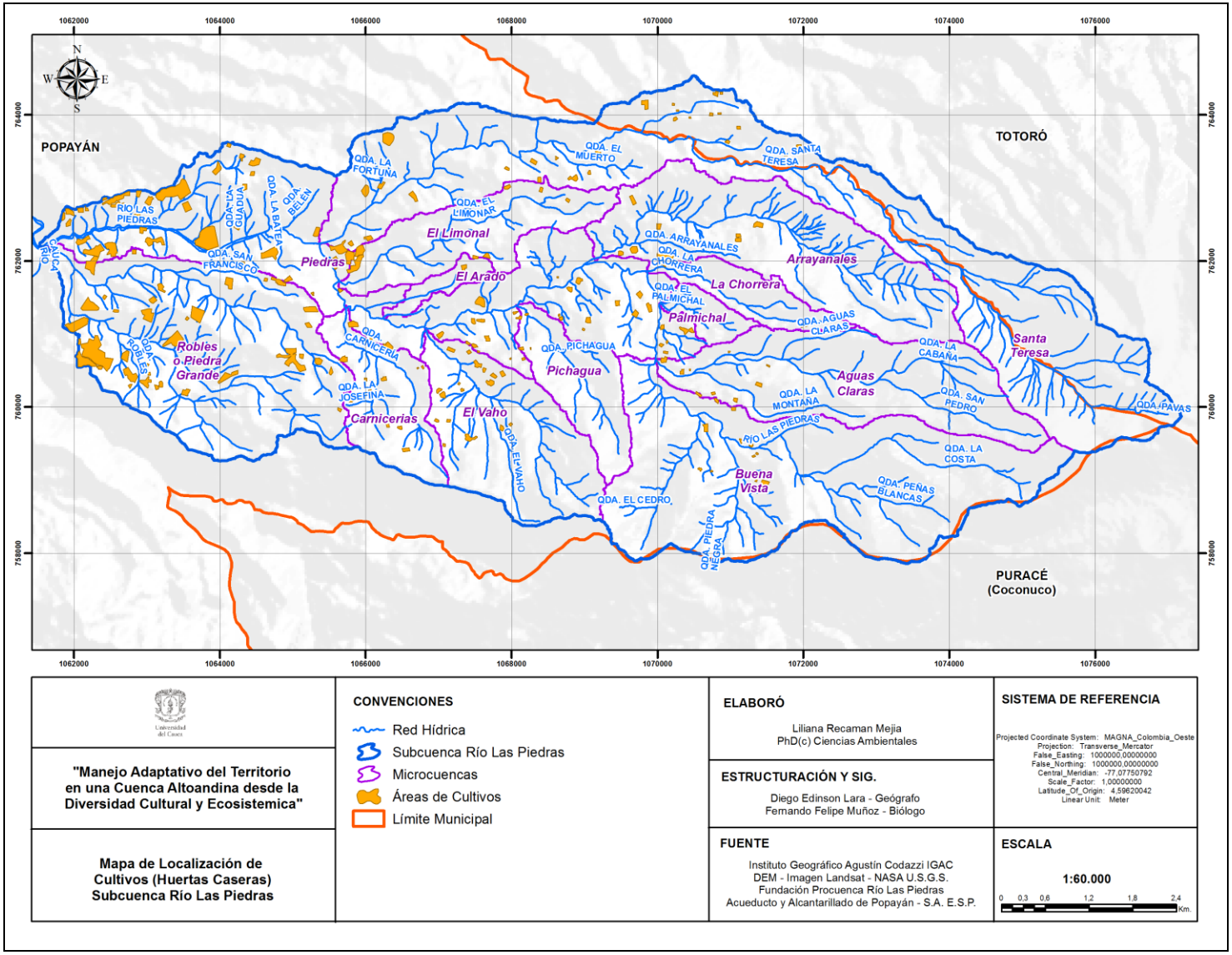


Figura 3.50. Mapa de localizacion de cultivos (huertas caseras)

La tabla 3.16 muestra los principales cultivos que se desarrollan en la subcuenca con sus respectivas áreas de influencia. Fueron definidos de acuerdo a visitas de campo a diferentes parcelas de la cuenca, especialmente en zonas donde se desarrollan cultivos. Se pudo evidenciar su asociación a mosaicos de pastos y áreas naturales. Cultivos como la mora y el lulo son transitorios y para el año 2016 estos eran representativos especialmente en el predio Las Piedras, donde el grupo de comunidad indígena del cabildo de Quintana había alquilado sus tierras a particulares para su siembra y posterior cosecha.

Los cultivos misceláneos que comprenden cebolla y otras hortalizas, son parte de los procesos de producción para la seguridad alimentaria de las familias, al igual que los cultivos de maíz, papa, yuca y frijol. El cultivo de maíz por tradición cultural ha permanecido en las prácticas tanto de comunidades campesinas como indígenas y ha formado parte importante de la dieta alimenticia. El cultivo de cabuya forma parte de la actividad económica de muchas familias, especialmente comunidades indígenas y se maneja en la mayoría de los casos en linderos de las parcelas. El cultivo del café está tomando impulso en la parte baja de la cuenca, veredas Guacas y San Isidro. Si bien la agricultura no es un renglón económico que se explote en la zona, como si lo es la ganadería, se ha fortalecido con las prácticas orientadas a mejorar la seguridad alimentaria y ha sido evidenciada con el trabajo de las familias custodias de semilla de cabildos de Quintana, Puracé, Asocampo y Asoproquintana.

Cultivos	**Área sembrada (Ha) 2016**	**%**
Papa	4	3.9
Cebolla y misceláneos	20	19.7
Maíz	31	30.6
Yuca	1	1
Fríjol	1.4	1.4
Cabuya	7	6.9
café	20	19.7
Mora	10	9.9
Lulo	7	6.9
Total Cultivable	101.4	100

Tabla 3.16. Cultivos y sus áreas de influencia.

Para realizar el cálculo de la demanda agrícola, se deben tener en cuenta parámetros como la evapotranspiración y la precipitación en la subcuenca, información que se determina a partir de la red local de monitoreo climático del Sistema de Alertas Climáticas Tempranas Participativas para los años 2013 a 2016 (Tabla 3.17).

Mes	ETP (mm/mes)	Pbruta (mm/mes)
Enero	62.67	164.00
Febrero	56.61	218.50
Marzo	56.60	205.00
Abril	54.78	112.67
Mayo	56.60	136.67
Junio	60.65	23.33
Julio	62.67	18.00
Agosto	62.67	8.00
Septiembre	66.74	53.00
Octubre	62.67	156.67
Noviembre	60.65	315.33
Diciembre	62.67	220.67

Tabla 3.17. Evapotranspiración y precipitación en la cuenca.

Según la información anterior y los requerimientos hídricos de los cultivos calculados a partir de los valores de kc, se obtiene una tasa anual de uso del agua de 28.395,54 m^3/ha.

Oferta hídrica: para la aplicación del balance hídrico con WEAP, la oferta hídrica corresponde al caudal afluente promedio mensual del río Piedras. En la figura 3.51 se observan los valores medios mensuales de la estación Puente Carretera, corriente Piedras para el periodo (1969 - 2016); estación operada por el IDEAM.

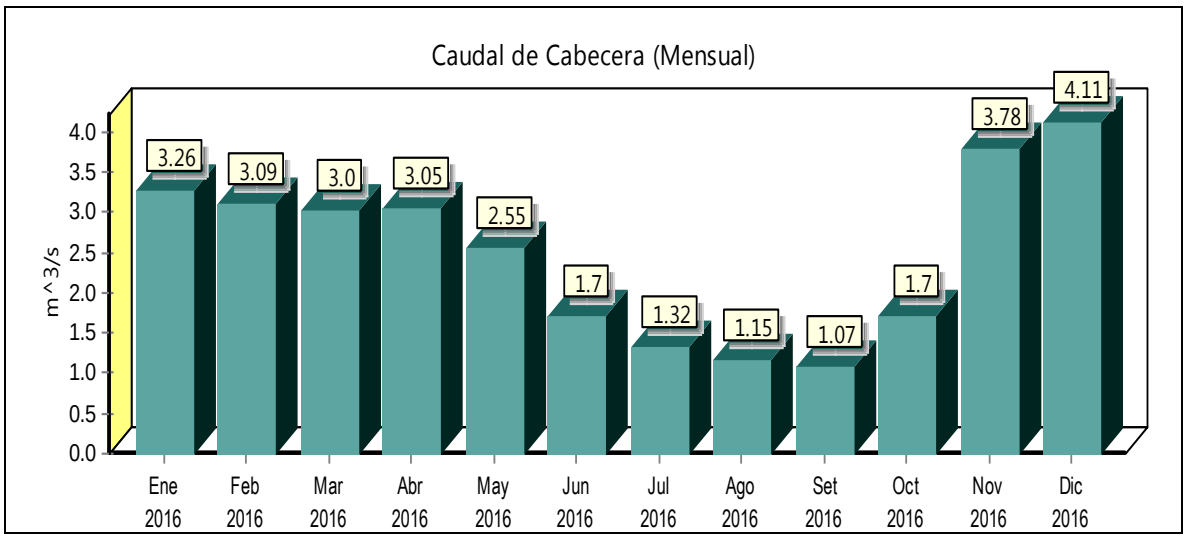


Figura 3.51. Caudal promedio mensual, río Las Piedras (1969 – 2016).
Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP con datos IDEAM

Los caudales medios mensuales del río Piedras, muestran valores promedio superiores a los 3 m^3/s para los primeros cuatro meses del año. A partir de mayo, el caudal disminuye progresivamente hasta llegar a su valor promedio más bajo que corresponde al mes de septiembre con 1.07 m^3/s; en octubre los caudales inician un proceso de recuperación, hasta llegar a sus valores medios más altos en los meses de noviembre y diciembre, con 3.78 y 4.11 m^3/s respectivamente.

Los datos ingresados en WEAP permiten identificar los requerimientos de suministro total anual para los cuatro sectores de demanda identificados que se satisfacen con el río Piedras. Estos requerimientos tienen como año base 2016 y se proyectan hasta 2040, teniendo en cuenta los incrementos poblacionales tanto urbano como rural (Figura 3.52).

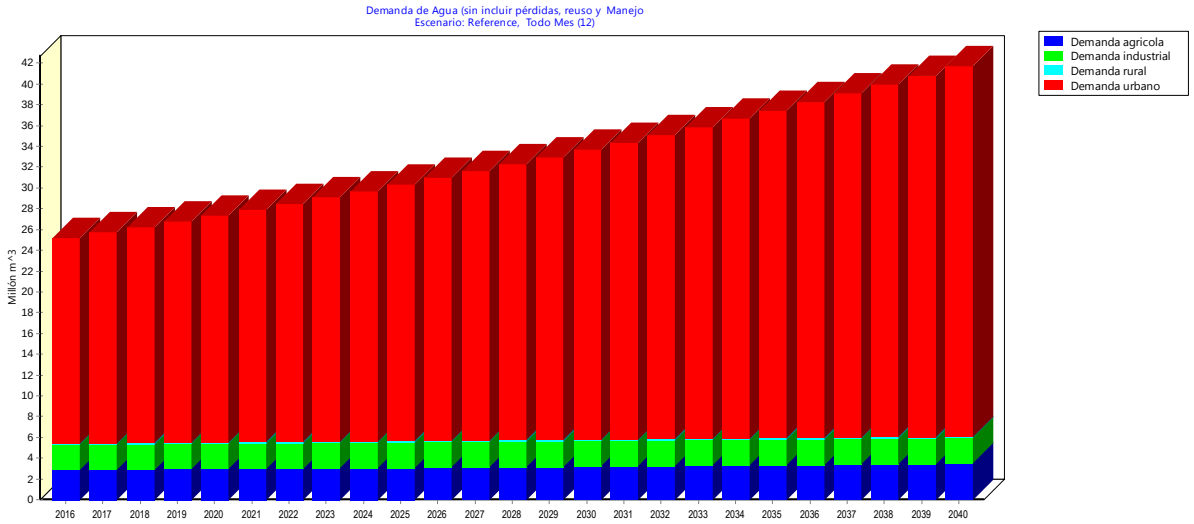


Figura 3.52. Demanda de agua en escenario de referencia. Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP

Los nodos de demanda hídrica analizados con WEAP para la subcuenca río Las Piedras, muestran que para el año 2016 se obtiene un consumo total de 25 millones de m^3, según la proyección a partir de 2025 el consumo total supera los 30 millones de m^3 y para el año 2040 llega hasta 42 millones de m^3.

El sector que genera mayor consumo es el urbano, que para el año 2016 presenta un valor de 19 millones de m^3 y su proyección al año 2040 es de 35 millones de m^3. La demanda agrícola para el año base 2016 es de 2.8 millones de m^3 y dado el incremento poblacional a nivel rural que se relaciona de manera directa con el incremento en el número de hectáreas para cultivos, para el año 2040 se obtendría un consumo de 3.5 millones de m^3. La demanda industrial se mantiene constante a través del tiempo con consumos anuales de 2.4 millones de m^3, debido a que se considera que en la cuenca no se generará un nuevo nodo de explotación industrial, así como que la Piscifactoría El Diviso mantendrá su producción sin incrementos de consumo que demanden mayor utilización de agua. En comparación con los otros sectores, la demanda rural es el sector con el menor consumo anual con valores para 2016 de 420 mil m^3 y su proyección a 2040 es de 510 mil m^3.

La tendencia general de los sectores, según estos resultados, es hacia el incremento en el consumo, dado que se relacionan con el incremento poblacional esperado para

los próximos años. Dado que es importante conocer hasta cuándo la oferta puede satisfacer esta creciente demanda con WEAP se genera la figura 3.53, en la cual se observa que aproximadamente desde el año 2025, el río Piedras comenzaría a tener problemas para satisfacer la demanda urbana.

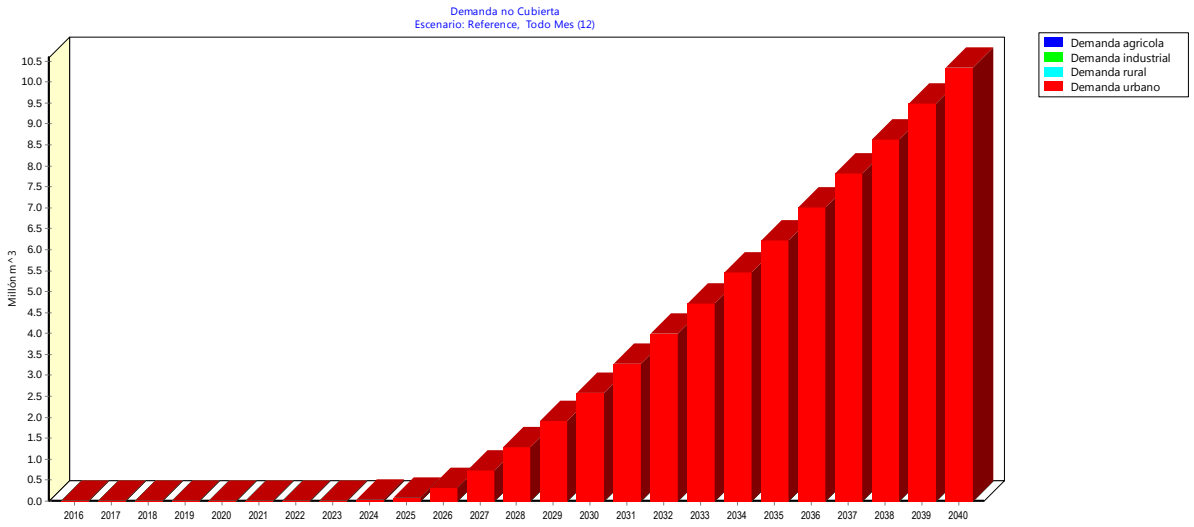


Figura 3.53. Demanda de agua no cubierta en escenario de referencia.
Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP

Dado que el sector urbano tiene el nodo de demanda en la ubicación más baja del río Piedras, es el sector que presenta problemas con valores de demanda no cubierta. En teoría los otros sectores industrial, rural y agrícola según los resultados del modelo, no tendrían problemas por desabastecimiento, dado que sus nodos de demanda se ubican aguas arriba, lo cual de alguna manera garantizaría permanente oferta hídrica.

El año 2025 presenta una demanda no cubierta por valor anual de 73 mil m^3; para los próximos años, el déficit se acentúa cada vez más para el sector urbano. Es así como para el año 2030 muestra un valor anual de 2,5 millones de m^3, en 2035 6.2 millones de m^3 y la proyección final de demanda no cubierta al año 2040 es de 10.3 millones de m^3, esto debe llamar la atención de las autoridades, entidades, académicos y comunidad en general, para que se vigile y se valoren las decisiones de gestión que deberán tenerse en cuenta para la planificación integrada de los recursos hídricos.

3.4 Conclusiones

La dinámica de un socioecosistema exige seguimientos permanentes para evaluar las transformaciones que en él se producen, a través de indicadores que sean acordes a las particularidades de cada territorio, orientados con criterios que respondan al enfoque concertado con las comunidades y las instituciones de relacionamiento, con el fin de que sean aplicables y permitan su ajuste de acuerdo a los cambios que se generen por los fenómenos climáticos y las dinámicas de desarrollo de cada región, especialmente los encaminados a la gestión Integral del recurso hídrico y del riesgo de desastres.

Sin duda esto implica fortalecer la discusión interdisciplinar, un intercambio y cooperación entre los actores sociales e institucionales, permitiendo de esta manera acuerdos y puesta en marcha de acciones encaminadas a mejorar las situaciones presentes, frente al problema de futuros déficit de agua, agravado por los fenómenos de variabilidad y cambio climático.

Un claro ejemplo de esto es el Sistema de Alertas Agroclimáticas Participativas, implementado en la cuenca alta del río Cauca con la red de custodios de semillas. Al respecto se evidencia a través del SAATP, como se puede monitorear el clima local, compararlo con datos históricos para analizar fenómenos de variabilidad y cambio climático, analizar tendencias de los fenómenos y adoptar medidas de adaptación que permitan abordar diferentes componentes de manejo del socioecosistema como son:

- La importancia de conservar y mantener las zonas de regulación hídrica, con el fin de poder optimizar sistemas de abastecimiento de uso múltiple, es decir para el abastecimiento humano y para las actividades productivas. Es así que cuando la comunidad asume que no es conservar el agua de otros, en este caso la ciudad de Popayán, sino por el contrario, el agua que les proporciona los beneficios de calidad de vida, se genera interés y sostenibilidad de las acciones de conservación.

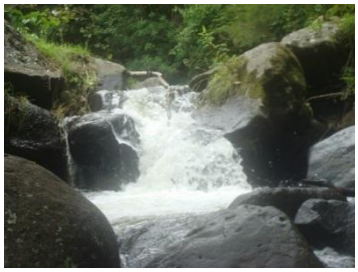
- La planificación de sus sistemas productivos, teniendo como referencia que los calendarios de siembra tradicionales cambiaron por los fenómenos climáticos y que conociendo su clima local, permiten tomar decisiones para la siembra; así mismo el manejo de semillas resistentes, asociaciones de cultivos, manejo de abonos orgánicos, sistemas de almacenamiento de agua, sistemas de riesgo, entre otros. Esto impacta sobre la seguridad alimentaria de la región y sobre la economía de las familias. También tiene efectos con otras variables como son el lograr contrarrestar problemas de plagas y enfermedades con el manejo de los abonos orgánicos y biopreparados y de mitigar problemas de contaminación por el uso de agroquímicos.

- La relación de los bioindicadores de las regiones con los seguimientos del clima local, se convierte en una herramienta propia para la toma de decisiones frente a los cambios. Sin embargo falta mucho por investigar, pues aún existen vacíos de información y de seguimiento, pero no por esto se debe dejar de lado, dado que es un conocimiento endógeno que se une al conocimiento científico para analizar los cambios climáticos y la toma oportuna de las decisiones.

Otros indicadores importantes para el análisis de las transformaciones en el territorio, consisten en investigar cómo éste ha cambiado a nivel de coberturas de la tierra, dónde se están presentando las principales pérdidas o ganancias por la intervención a los ecosistemas de protección, conocer la oferta y demanda hídrica y el comportamiento del clima local, con lo cual se tendrán elementos para planificar y acordar procesos con los actores de un territorio, en los que se deben considerar los principios que los rigen de acuerdo a su cosmovisión y de principios estructurantes que propicien las decisiones para el manejo adaptativo del territorio.

Capítulo 4.

Integración de los componentes socio ecosistémicos que intervienen en el ordenamiento del territorio, considerando la discusión interdisciplinar para la integración de un enfoque que permita el manejo adaptativo (Paso 4)



4.1 Aporte de la investigación doctoral con la construcción de un enfoque integrador del manejo adaptativo del territorio

El aporte de la investigación doctoral consiste en proponer un enfoque del manejo adaptativo del territorio, teniendo en cuenta el socioecosistema de una cuenca hidrográfica altoandina en el que se relacionan los subsistemas biofísico, agrario y sociocultural, mediante la integración de su estructura, funcionamiento, dinámica y procesos de manejo, a través de la cogestión entre actores sociales e institucionales que propendan por mejorar la adaptación. La construcción del conocimiento tanto endógeno como científico, se hará propiciando espacios de discusión interdisciplinaria que permiten avanzar en su apropiación, a través de una comunicación que trascienda al núcleo social. Lo anterior se refleja en la construcción de confianza, con el fin de impactar la resilliencia socioecosistémica, con el fortalecimiento de la gobernanza, los servicios ecosistémicos y la gestión de los servicios ambientales, con respuestas ante los impulsores externos e internos del sistema, de manera que permitan asumir procesos de gestión del riesgo de desastres y la puesta en marcha del manejo adaptativo del territorio.

4.1.1 La construcción de confianza y los acuerdos que afianzan la gobernanza para la adaptación

Uno de los aspectos que tienen mayor peso en la implementación de cualquier enfoque, es la construcción de confianza entre actores comunitarios e institucionales. Este es un aspecto importante para definir acuerdos, concertar principios de intervención, y abordar la resolución de conflictos. Un ejemplo es lo evidenciado en la subcuenca Piedras, a través del Pacto de Paz y Convivencia, que valida la propuesta de este componente en el enfoque. Durante 17 años se han generado espacios de discusión y concertación, fortaleciendo la gobernanza en el territorio; este Pacto actualmente se mantiene, pese a las tensiones de políticas internas de las comunidades y las políticas externas del Estado.

A continuación se resaltan los puntos relevantes expuestos en 2012 por los actores, durante el evento Expo Paz organizado por las Naciones Unidas, donde fue seleccionada como una experiencia exitosa a nivel Nacional e Internacional, en la que se resalta:

- Reconocimiento de que existen diferentes intereses sobre el territorio de la cuenca, bajo la visión de interculturalidad, generando respeto por la diferencia y por los derechos de la madre tierra.

- A través del dialogo, el saber escuchar, la tolerancia y el respeto, se han fijado objetivos comunes entorno al desarrollo de la región, de manera armónica desde una visión propia.

- La resolución de conflictos ha permitido avances en la identificación y construcción de pactos entre comunidades y con la naturaleza, para la gestión de propuestas que garanticen su bienestar y una vida digna en el territorio.

- Trabajo permanente, apoyo en la gestión, desarrollo de proyectos de formulación, implementación y evaluación conjunta, que han permitido avance y consolidación de procesos para generar vida digna.

- Mecanismos de comunicación entre las partes para generar acuerdos de negociación, basados en el respeto y en la visión de una zona libre de conflictos, que permita trascender en la gestión para el desarrollo social, ambiental y económico de la cuenca.

- Desarrollo e impulsos de modelos de desarrollo campesino y planes de vida indígena, estrategias de reforma agraria, y generación de mecanismos de diálogo e inclusión con el Estado y los gremios económicos.

Se destaca el Acuerdo de Voluntades en el municipio de Popayán, definido en subcuenca Molino, fuente que abastece el 8% de la capital caucana y que ha sido escenario de fenómenos de concentración de lluvias, de remoción en masa

causando avenidas torrenciales e inundando a la ciudad históricamente desde 1928. Este acuerdo está vigente desde el 2 de octubre de 2014, siendo seleccionada la Fundación Procuenca Río Las Piedras como entidad articuladora de las instituciones y comunidades de la zona de influencia. Sus principales resultados son la implementación de medidas de adaptación para manejo de zonas afectadas por movimientos en masa, acciones de conservación de coberturas de regulación hídrica, fortalecimiento de la Red de Custodios de Semillas, la conformación de los Vigías ambientales y el Sistema de Alertas Tempranas Participativas. A través de este Acuerdo se ha logrado una mayor articulación de actores, buscando objetivos que permitan trabajar en la Gestión del Riesgo de Desastres.

Los acuerdos de confianza son parte esencial de la construcción de los procesos e inciden directamente en la puesta en marcha de la gestión de los servicios ambientales, guardan una relación significativa con la comunicación entre los actores del socioecosistema y la apropiación del conocimiento, para incidir en la cogestión adaptativa.

4.1.2 La Resiliencia Socioecosistémica y su relación con el Manejo Adaptativo del Territorio

En el desarrollo de los capítulos 2 y 3 se presentó cómo, a través del caso de estudio del socioecosistema definido en la Subcuenca del Río Las Piedras y zonas de influencia de la Cuenca Alta del río Cauca, se identificaron los procesos que influyen en las dinámicas de transformación de un territorio en un período de tiempo, los resultados ante las respuestas de cambio que esto genera y cómo se pueden orientar los procesos de adaptación.

De acuerdo a esta caracterización, en la que se profundiza sobre las formas de manejo y gestión asociados a los procesos de ordenamiento del territorio, considerando la visión y cosmovisión de sus comunidades, se concluye que no se puede avanzar en una resiliencia socioecosistémica, sino se avanza en la construcción de un conocimiento compartido de acuerdo a las realidades de las comunidades, analizando los conflictos presentes, los principios que los rigen y los acuerdos que pueden establecerse.

Investigarla adaptación en escalas locales, implica construir indicadores orientados a mostrar las dinámicas de cambio y transformaciones, para tener elementos de análisis en la toma de decisiones y ajuste del sistema en los procesos de planificación y gestión del territorio, con la consideración de los factores internos y externos como el cambio y la variabilidad climática, conflictos sociopolíticos, políticas públicas y políticas internas de las comunidades, que están interactuando en el socioecosistema y son objeto de procesos de cogestión.

Lo anterior es asumido en la medida en que se trabaje desde las unidades más pequeñas de planificación, como son las parcelas a través del grupo familiar, con el acompañamiento institucional, para la implementación de prácticas de adaptación en su entorno y que puedan ser replicadas en el territorio a través del relacionamiento con otros actores sociales para incidir en los procesos de gobernanza y estos a su vez en la respuesta de los servicios ecosistémicos, ambientales y la gestión del riesgo de desastres.

Estos planteamientos tienen como antecedente el trabajo realizado durante 27 años por la Fundación Procuenca Río Las Piedras, validando este proceso de construcción de conocimiento desde las bases comunitarias. Capera (2011) plantea en el proyecto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano, desarrollado por el Programa Conjunto de Naciones Unidas durante el período de 2008 al 2011, del cual la Fundación formó parte del equipo técnico ejecutor en el territorio objeto de esta investigación, que a través del apoyo en el conocimiento, habilidades y oportunidades existentes en el ámbito local, pueden ser fortalecidas para una mayor capacidad de adaptación, la generación de apropiación participativa de abajo hacia arriba, reconocimiento de la relación concreta entre adaptación al cambio climático y lucha contra la pobreza en comunidades vulnerables rurales y cómo pueden realizarse sinergias entre ambos, la visión integral del desarrollo en el ámbito local y la identificación de procesos de mala adaptación que deben ser revertidos.

Complementario a este aspecto, la propuesta desarrollada por Ortega & Paz (2014) a través del manual de formulación de los Planes Prediales de Adaptación a la Variabilidad Climática, ofrece una herramienta práctica que facilita su formulación con la comunidad para la planificación de la adaptación, mediante la formación de

ordenadores a partir del diálogo de saberes. Este ejercicio inicialmente fue construido en la subcuenca Palacé, una de las fuentes de abastecimiento de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P., a través de un convenio interinstitucional validado en la meseta de Popayán, con la participación de 14 veredas en el proyecto Territorio Sostenible Adaptado al clima (TeSAC) al Noroccidente de Popayán, desarrollado principalmente por Fundación Ecohábitats, CCAFS y CIAT.

Los componentes descritos anteriormente, buscan orientar los procesos de manera sistémica. Al respecto Astier *et al* (2008), hacen una diferenciación entre la construcción de enfoques por objetivos o teniendo como tal al sistema. El enfoque por objetivos, permite identificar cuál es el estado deseado del sistema, pero no abordan con suficiente rigor los elementos que permiten que el sistema se mantenga, mientras que el enfoque proyectado considerando el sistema, permite trabajar y ajustar el proceso con las transformaciones que en él se generen y su reacción de respuesta será más efectiva cuando se presenten fenómenos de variabilidad climática como eventos Niña y Niño, concentración de lluvias, estrés ambiental por heladas, crecientes súbitas, plagas y enfermedades de los cultivos, caída de precios de los productos, conflictos sociales que generen crisis internas al interior de las comunidades o direccionamiento de políticas de estado que de alguna manera puedan generar cambios en el territorio.

Para el enfoque propuesto, la resiliencia socioecosistémica debe orientarse en los procesos de cogestión adaptativa, dando un peso significativo a la gobernanza local en relación a sus actores y acciones que generan interacciones en el socioecosistema, y por ende transformaciones. Resulta clave realizar evaluaciones que permitan analizar escenarios de cambio, identificando las variables que puedan incidir de manera positiva o negativa en el socioecosistema en diferentes niveles. En este sentido Bennett y Gosnell, a través del marco de servicios ecosistémicos SES, identifican variables de primer nivel como son el sistema de recursos, las unidades de recursos, los sistemas de gobernanza, los actores y las situaciones de acción focal, donde se producen interacciones entre los componentes de primer nivel para producir respuestas; estos componentes se pueden dividir en variables de segundo y tercer nivel. Según McGinnis y Ostrom (2014), todas las variables dentro de los subsistemas son potencialmente entradas y salidas de una o más situaciones de

acción, lo que permite generar un enfoque dinámico y multinivel para analizar problemas ambientales y, a medida que se acumulan los conocimientos, se debe evaluar la conveniencia de diversas soluciones de política en diferentes contextos.

Esta relación de variables e identificación de atributos versus las escalas de evaluación, según la dimensión espacial, organizacional y temporal, permitirán potencializar los procesos de adaptación que respondan de una mejor manera ante los cambios y transformaciones, tanto de manera positiva como de manera negativa. Esto conduce a que se identifiquen las propiedades emergentes propias del sistema, orientando las propuestas de gestión para el manejo adaptativo del territorio, el cual debe ser monitoreado de acuerdo a los indicadores seleccionados según las particularidades del socioecosistema, para poder ser ajustado de acuerdo a las transformaciones que de él se deriven.

A través de la línea de tiempo desarrollada en el Capítulo 2, numeral 2.2.3, se destacan resultados de variables que impactaron al socioecosistema desde tres ópticas: el territorio, la resiliencia socioecosistémica y la gobernanza. Esto permite validar la relevancia de propiciar la integración de la cogestión adaptativa en el socioecosistema para lograr la resiliencia, considerando los impulsores externos e internos que en él interactúan. Entre las principales variables de transformación se resaltan:

- Subsistema sociocultural como variable de primer orden. Las diferentes interacciones en el socioecosistema, generaron otras variables que han incidido en la transformación y fortalecimiento de las organizaciones sociales e institucionales, como por ejemplo: actores sociales organizados a través de tres asociaciones campesinas como son Asocampo Red de Reservas Campesinas del municipio de Popayán, Acaragro, Asoproquintana, dos Cabildos Indígenas, actuando en el territorio como son Quintana y Puracé, y una organización mixta de carácter institucional como lo es la Fundación Procuenca Río las Piedras, que articula diferentes instituciones. Estas interacciones y la implementación de proyectos en el territorio, han tenido como resultado la creación de la Red de Reservas de la Sociedad Civil en el sector campesino, la Red de Custodios de Semillas conformada por comunidades campesinas e indígenas, la firma del Pacto de Paz y Convivencia

entre actores sociales con el acompañamiento institucional y el Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas, conformada por instituciones y comunidades. Frente a este tema, se presenta a través de la Tabla 4.1 la participación de las comunidades y los actores institucionales en el sistema, y las variables que interactúan con el fin de tomar decisiones oportunas frente a la gestión del riesgo orientada a la adaptación, mostrando el alcance del SAATP, actividades, productos y resultados. Este sistema se incluye en el enfoque de la investigación.

ALCANCE	ACTIVIDADES PARA LOGRAR ESOS CAMBIOS	PRODUCTOS TANGIBLES GENERADOS	RESULTADOS
Tener elementos climáticos procedentes de información técnica y cultural que permitan acercarse a los escenarios climáticos locales posibles para la toma de decisiones en el subsistema agrario.	Identificar y analizar el comportamiento de las variables meteorológicas precipitación y temperaturas en la zona de estudio, bajo diferentes escenarios de variabilidad climática (EL Niño/ La Niña) a partir de registros históricos de estaciones de la red nacional del IDEAM.	Verificación de alteraciones climáticas bajo la influencia del fenómeno ENSO, fase “El Niño”, “La Niña” y condición Neutro del fenómeno. Análisis de escenarios climáticos a 10, 15 y 20 años. Inventario de estaciones y recomendación para complementación de la red de monitoreo. Uso de pronósticos de tiempo y clima para la toma de decisiones.	Protocolo de acciones para análisis de pronósticos y manejo de información. Comunidad conoce lo que se está haciendo por su participación y retroalimentación.
	Realizar un análisis climático local con caracterización climática por pisos térmicos y mapas de lluvias y temperaturas.	Caracterización climática local por pisos térmicos a partir de información meteorológica nacional, regional y local. Mapa de lluvias y temperaturas diario, decadal (10 días) y mensual a partir de información disponible del área de estudio.	Análisis de variaciones espacio temporales de precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas.

ALCANCE	ACTIVIDADES PARA LOGRAR ESOS CAMBIOS	PRODUCTOS TANGIBLES GENERADOS	RESULTADOS
	Analizar la frecuencia y probabilidad de eventos extremos de precipitaciones y periodos secos como base para la planificación de los sistemas productivos.	Análisis de frecuencia y probabilidad de eventos extremos a partir de información regional y local	Establecer la recurrencia de precipitaciones máximas y periodos secos correspondientes a épocas climáticas normales para identificar riesgos agroclimáticos.
	Desarrollo de Mesas Técnicas de predicciones climáticas de manera permanente, que faciliten el diálogo técnico científico – comunitario	Elaboración participativa de boletines de predicciones climáticas, con recomendaciones para mitigar las afectaciones.	Desarrollo de mesas técnicas agroclimáticas durante un año con frecuencia mensual, Participación de técnicos de diferentes instituciones, liderada por el equipo de consultores agroclimáticos de ECOSAGA SAS
	Continuar con la observación, seguimiento, estudio, verificación y sistematización de los bioindicadores y señales de la naturaleza para predecir el clima.	Registro, sistematización y comparación de bioindicadores con la información climática local	Articulación de los resultados técnicos en el monitoreo climático con el saber cultural, para el conocimiento del clima local.
Tener elementos climáticos procedentes de información técnica y cultural, que permitan acercarse a los escenarios climáticos	Cruzar la información climática con los datos agronómicos referentes a los cultivos de papa, maíz y frijol en las diferentes zonas del proyecto.	Análisis de datos meteorológicos locales con referencia al periodo vegetativo o fases fenológicas, plagas y enfermedades de los cultivos de papa, maíz y frijol. Identificación de indicadores agroclimáticos Uso de predicciones y su	Seguimiento fenológico de los cultivos, plagas y enfermedades frente a los registros de las estaciones de monitoreo climático local. Tecnificar la planificación de

ALCANCE	ACTIVIDADES PARA LOGRAR ESOS CAMBIOS	PRODUCTOS TANGIBLES GENERADOS	RESULTADOS
locales posibles para la toma de decisiones en el subsistema agrario.		aplicación en los modelos de simulación de cultivo, para los cultivos de papa, maíz y frijol. Identificación de los requerimientos hídricos de los cultivos priorizados.	cultivos piloto a partir del análisis de los requerimientos hídricos, fechas de siembra y cosecha.
Articular la información climática, agroclimática y agronómica local y regional, para la toma de decisiones en el subsistema Agrario	Realizar mesas de trabajo y/o días de campo por actor social para analizar Predicciones climáticas nacionales, e internacionales (IDEAM - NOAA). Así como información climática local, estado actual de los cultivos y posibles riesgos (plagas y enfermedades según pronósticos y fenología), plan de acción participativo.	Comunicación de la Alerta Agroclimática Temprana; análisis participativo de la situación climática, hallazgos en los cultivos y el desarrollo de los mismos frente al clima local y toma de decisiones en adaptación, donde se empezarán a construir los calendarios agrícolas teniendo en cuenta diferentes escenarios climáticos.	Las comunidades aprenden a identificar cómo las variaciones del clima afectan los cultivos desarrollados en las parcelas; con esto se generan elementos para la toma de decisiones en la mitigación de dichas afectaciones frente a los pronósticos climáticos.
	Comunicación de pronósticos climáticos, riesgos, medidas de adaptación y prevención de afectaciones.	Afiche y boletines de alertas climáticas y agroclimáticas difundidos en los sectores por diferentes medios locales, regionales y nacionales (Emisoras, televisión local, prensa local y regional, páginas web de instituciones locales, regionales, nacionales e internacionales)	La comunidad conoce sobre la dinámica climática local y pronósticos.
	Capacitación e implementación de actividades de manejo pos cosecha.	Manejo y presentación adecuada de productos	Familias haciendo un eficiente manejo pos cosecha de los productos

ALCANCE	ACTIVIDADES PARA LOGRAR ESOS CAMBIOS	PRODUCTOS TANGIBLES GENERADOS	RESULTADOS
Fortalecer el valor agregado, la comercialización de productos llevándolos a una certificación de confianza comunitaria de productores orgánicos	Identificar junto con los agricultores estrategias de valor agregado para los productos a comercializar.	Productos orgánicos con valor agregado para comercializar	Oferta de productos limpios del productor al consumidor, con valores agregados enmarcados en producción limpia y buenas prácticas de manejo
	Aplicar en concertación con las organizaciones comunitarias, los lineamientos trabajados participativamente para la certificación de confianza comunitaria como productores orgánicos, buscando fortalecer la producción limpia.	Custodios de semilla certificados por sus comunidades como productores orgánicos	Mejor calidad de productos en el marco de la producción orgánica
	Comercialización de excedentes de cosecha a través de mercados orgánicos	Un mercado mensual en la Empresa de Acueducto de Popayán de productos orgánicos certificados comunitariamente	Sostenimiento del mercado aumentando la oferta y con productos certificados como orgánicos comunitariamente
	Realizar un análisis de favorabilidad del mercado orgánico con clientes fijos y potenciales para evaluar, mejorar e innovar permanentemente teniendo en cuenta oferta y demanda.	Concepto sobre la favorabilidad de la estrategia del mercado orgánico en Popayán.	Claridad sobre las preferencias en productos, frecuencias y la posibilidad de innovar.

ALCANCE	ACTIVIDADES PARA LOGRAR ESOS CAMBIOS	PRODUCTOS TANGIBLES GENERADOS	RESULTADOS
	Apoyar actividades relacionadas con fortalecer el valor agregado, la comercialización de productos llevándolos a una certificación de confianza comunitaria de productores orgánicos, publicidad, identificación institucional de mercado limpio u orgánico.	Difusión permanente de los avances logrados con la producción orgánica y su relación con los mercados desarrollados en Popayán	Comunicación y posicionamiento en la ciudad de la estrategia del mercado orgánico realizado por los custodios en Popayán
	Capacitación e intercambio de conocimientos en el rescate de recetas culinarias con productos nativos y de valores nutricionales significativos	Recetas culinarias diversificadas con buenas prácticas de preparación	Diversificación en el procesamiento de diferentes productos de la dieta alimenticia con el aporte de nutrientes esenciales.

Tabla 4.1 El Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas como Herramienta para la Gestión del Riesgo para la Adaptación.
Fuente: Elaboración propia.

- En el Subsistema Agrario como variable de primer orden, se visualiza que a través de las diferentes interacciones generadas con los actores sociales e institucionales, otras variables interactúan en los sistemas de producción, como son: establecimiento de sistema silvopastoriles para mejorar la producción agropecuaria, parcelas de producción para mejorar la seguridad alimentaria con el uso de abonos orgánicos, mayor bienestar para los grupos focales participes y menores impactos por contaminación al suelo y al agua por evitar el uso de agroquímicos. Los resultados de este trabajo han permitido que algunas familias lleven sus excedentes de producción a la venta a través de los mercados orgánicos a la ciudad de Popayán, proceso unido a

la Red de Custodios de Semillas de la cuenca alta del Río Cauca, que se implementa hace 4 años.

Otro aspecto, es la identificación de semillas nativas que responden ante problemas de variabilidad climática y que son importantes para la seguridad y soberanía alimentaria de la región. Al inicio del proceso de la Red de Custodios se tenían identificadas cinco variedades de papa y a la fecha se cuenta con 54, de maíz se tenían 6 y ahora se tienen 16, y frijol se tenían 8 y ahora 18; se identificaron especies promisorias como fuente de alimento y de protección, como el Umuy o Sindayo (*Panopsis polistachya*). En este trabajo también se ha buscado el rescate de recetas para el procesamiento de alimentos, con el lema “Sabores y Saberes comunitarios”. El análisis a fondo de estas variables permiten que el bienestar social de las comunidades mejoren y así lograr que los sistemas de protección se mantengan (Anexo 3).

Se identificaron también otras variables que pueden revertir los procesos de adaptación el subsistema agrícola y son las acciones de perturbación por la ampliación de la frontera agropecuaria a través de talas, adecuación y preparación del terreno con quemas, que en muchas ocasiones se han convertido en incendios forestales, con la consecuente afectación de zonas de coberturas de protección y las pérdidas de ellas. En el anexo 5, se localizan estos cambios para el tiempo de análisis de 1989 al 2016. Resulta interesante como a través del Pacto de Paz y Convivencia, los actores sociales evalúan estas situaciones y direccionan posiciones ante sus grupos para orientar medidas de control cuando algún miembro de su comunidad las genera, sin embargo es algo que debe fortalecerse para evitar que se tengan retrocesos.

- El Subsistema Biofísico es otra variable de primer orden, en la que a través de sus interacciones, dinámicas y transformaciones en el socioecosistema caracterizado, evidencia la interacción de diferentes variables de análisis, como son: coberturas y su relación con los usos del suelo, aprovechamiento agrario, conflictos por tenencia de la tierra, comportamientos del caudal, respuestas de la diversidad biológica entre otros.

En el capítulo 2, en los numerales 2.2.4, 2.2.5 y 2.2.6, el análisis evidencia los cambios más significativos y frente a los indicadores como ha sido la respuesta de la regulación hídrica, descrita en el capítulo 3, numerales 3.3 y 3.3.2, y las respuestas de transformación en relación a las prácticas de adaptación como se detallan en el capítulo 2, numerales 2.3.2 y 2.3.3. Estas interacciones y respuestas de adaptación en el territorio, dan pautas de orientación frente al manejo de los servicios ecosistémicos y la gestión de los servicios ambientales.

Pago de los servicios ecosistémicos como estrategia para fortalecer el Manejo Adaptativo del Territorio

Para optimizar los servicios ecosistémicos, Bennett & Gosnell (2015), de acuerdo a lo definido por Engel*et al.*(2008) y Wunder (2005), consideran que éstos se constituyen en una estrategia para integrarlos dentro del sistema económico, proporcionando a los proveedores de los servicios una forma de recibir compensación por su continua provisión; sin embargo, es conveniente analizar las particularidades de cada región en las que se aplique, ya que habría que diferenciar la compensación desde diferentes ópticas, como son los pagos directos o las compensaciones evidenciadas en el desarrollo de procesos de conservación y restauración de sistemas productivos que involucren a una comunidad, mejorando su bienestar socioeconómico.

En este sentido, Bennett & Gosnell (2015) sugieren que es necesario una conceptualización más integrativa de los PES, que tenga en cuenta los amplios paisajes sociales y ecológicos para mejorar las potencialidades y limitaciones del concepto. Kinzig *et al.*(2011) reconocen la importancia que se debe tener sobre las características biofísicas de los servicios ecosistémicos en el diseño de mecanismos políticos efectivos para su protección. En particular, destacan diferentes aspectos de la escala que influyen en la eficiencia de las políticas, incluida aquella en la que se pueden verificar determinados servicios, la ubicación de los proveedores y los beneficiarios frente a cada uno, las escalas temporales en las que se implementan (ahora o en el futuro) y los niveles de gobernanza que mejor correspondan con la provisión del servicio local, nacional, internacional y global.

Basurto*et al.*(2013) y Meinzen-Dick (2007), resaltan que muchas veces la aplicación de los PES no enfatiza en variables de los entornos sociales, económicos y políticos más amplios, como el desarrollo económico, las tendencias demográficas o la estabilidad política. A través de estos aportes se podrán definir las escalas de implementación, objetivos de investigación, indicadores de monitoreo y seguimiento y propuestas dinámicas de evaluación, que conlleven a la puesta en marcha de estas iniciativas, que como lo propone Ostrom (2011), se deben realizar en el marco de un enfoque interdisciplinario, donde se tenga una consideración más profunda de las variables biofísicas asociadas con las cuestiones ambientales, permitiendo una igual consideración de las condiciones sociales y ecológicas.

De acuerdo con el decreto 870 de 2017, el gobierno colombiano reglamenta el pago por servicios ambientales como un mecanismo de naturaleza voluntaria, en el cual un proveedor de un servicio ecosistémico se compromete a desplegar acciones de conservación que le permitan suministrar uno o varios de estos servicios a un interesado en recibirlos, a cambio de una remuneración en dinero o en especie. De conformidad con este decreto “el valor de la remuneración tomará como base el costo de oportunidad de las actividades productivas representativas que se adelanten en las áreas y ecosistemas estratégicos”.

Existen diferentes esquemas de pago por servicios ambientales, con diferenciales en cuanto a las retribuciones por el trabajo de apropiación de la comunidad y los contratos económicos; su viabilidad depende del contexto nacional y especialmente del local. Ejemplos de ellos son los Acuerdos Recíprocos por el Agua ARA, que se constituyen en modelos de gobernanza local. Este esquema nació en Bolivia y ha sido promovido en diferentes comunidades latinoamericanas. Los ARA son mecanismos complementarios a los PES, cuya fortaleza está en la orientación que se derive de los consensos para su implementación. Por otro lado, la iniciativa Fondos de Agua para Latinoamérica, se ha constituido a través de una alianza que articula 24 experiencias, de los cuales se han conformado en Colombia siete con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo BID, TNC y la Fundación FEMSA.

Para el caso de estudio de la investigación, las comunidades que trabajan en los procesos de conservación de los servicios ecosistémicos han encontrado una mayor motivación en conservar y sostener estos trabajos, en la medida en que el desarrollo de las diferentes actividades ha optimizado el bienestar social. Como ejemplos a los

estímulos de conservación y de planificación ambiental, se destaca el “Canje Ecológico”, que permite a las comunidades tener alternativas a través de la ejecución de proyectos y mejorar su calidad de vida a cambio de mantener los ecosistemas de regulación hídrica. Así mismo, la reducción en el pago del impuesto predial por acciones de conservación. Esta iniciativa se presentó a la administración municipal y fue adoptada a través del acuerdo 030 del 2012, literal h. Resultan fundamentales en la integración de esta propuesta, los procesos de investigación que promuevan más a fondo el conocer las dinámicas de transformación de los socioecosistemas, el diagnóstico sobre la causa de los problemas ambientales y su orientación para la gestión que propenda por un manejo adaptativo del territorio.

Adicionalmente, se propone la creación del Fondo de Agua de Popayán como una alternativa de impacto colectivo que estructure la herramienta financiera, orientada a desarrollar Planes Operativos articulados a los procesos identificados con las comunidades para la sostenibilidad del socioecosistema, en cuanto a la seguridad hídrica de las ciudades y la garantía del acceso al agua con calidad y continuidad en las zonas rurales. Esta propuesta actualmente está en construcción con los actores indígenas y campesinos de las cinco cuencas que hacen parte del sistema de abastecimiento de la ciudad de Popayán, a través de La Fundación Procuenca Río Las Piedras y la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P.

Esta propuesta que afianza la gobernanza local, tiene como fundamento el proceso metodológico desarrollado por la organización RARE[41], y que forma parte de la sistematización y abordaje en la investigación que permitió la estructuración de la propuesta que hace parte del enfoque para constituir un Fondo de Agua.

En las tablas 4.2 y 4.3 se presentan las variables que fundamentarán el Fondo de Agua

	ABREVIACION	**PREGUNTA CLAVE**
Resultados de conservación	**RC**	¿Cuál es mi objeto de conservación? ¿Qué deseo proteger? ¿Cuál es el resultado en conservación que estamos intentando lograr?

[41]RARE: organización mundial con objetivos de conservación, desarrollo la campaña PRIDE para los Acuerdos Recíprocos por el Agua

	ABREVIACION	PREGUNTA CLAVE
Fortalecimiento de capacidades en la gestión integral del recurso hídrico	**FC**	¿Qué componentes se tiene en cuenta en la Gestión Integral del Recurso Hídrico? ¿Qué tendencia puede reducirse a través de esta propuesta?
Cambios de comportamiento como actores activos del proceso	**CC**	¿Qué compromisos se pueden adquirir con los grupos sociales para fortalecer el proceso?
Remoción de barreras técnicas, financieras, de corresponsabilidad social comunitaria e institucional	**RB**	¿Cómo a través del esquema de arreglos recíprocos por agua, se pueden reducir las barreras (tecnológicas, financieras, sociales, o políticas) que impide la adopción de este nuevo comportamiento?
Concertación y comunicación de los acuerdos	**CCA**	¿Qué conversaciones o diálogos es necesario fomentar a fin de alentar a las personas a adoptar el/los nuevos comportamientos?
Actitudes de participación	**AP**	¿Qué actitudes se deben fomentar para motivar a la gente de adoptar nuevos comportamientos?
Conocimiento	**C**	¿Qué conocimientos requiere la población, de forma que se den dichas actitudes en favor de la adopción de un cambio de comportamiento propuesto a través del esquema del Fondo de Agua?

Tabla 4.2. Adaptado de Campaña Price-Rare. Variables de análisis para construcción de un fondo de agua.

FONDO DE AGUA PARA FUENTES DE ABASTECIMIENTO

↑	¿Cuál es el objeto o **Resultado de conservación** deseados?	Lograr mantener y regular el caudal de las fuentes de abastecimiento de agua para el municipio de Popayán.	
CCA	¿Qué componentes se tiene en cuenta en la Gestión Integral del Recurso Hídrico y qué tendencia puede reducirse a través de esta propuesta?	La gestión integral el recurso hídrico y la gestión del riesgo de desastres, articulando los aspectos socioculturales, económicos, biofísicos de la zona, con la gestión institucional en el marco de la concertación y acuerdo de voluntades para el logro de los objetivos.	
		Cuenca alta	**Cuenca baja**
	¿Qué compromisos se pueden adquirir con los grupos sociales para fortalecer el proceso?	Que las comunidades que habitan en el área de las cuencas " Socioecosistema" logren optimizar los procesos de conservación y	Los usuarios de agua de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, participen y contribuyan con recursos para conformar un fondo de compensación. Se

AP

		adaptación a los fenómenos de variabilidad y cambio climático, para continuar con la conservación de los ecosistemas de regulación hídrica	establece un Manual Operativo que permite dar claridad sobre como las donaciones tendrán un seguimiento con indicadores que evidencien los cambios en el Socioecosistema. Así mismo estableciendo una Veeduría que permita realizar el seguimiento al proceso
RC	¿Cómo a través del esquema de arreglos recíprocos por agua, se pueden reducir las barreras (tecnológicas, financieras, sociales, o políticas) que impiden la adopción de este nuevo comportamiento?	Que a cambio del manejo y sostenibilidad de las áreas protegidas de las fuentes hídricas, el propietario o la comunidad involucrada goce de una rebaja de impuesto predial, además obtener acompañamiento permanente técnico y de recursos para el mejoramiento del área productiva de la reserva natural, a través del canje ecológico.	Apoyo a la creación de incentivos para la conservación de la cuenca alta. Para esto se considera la reforma de una propuesta de acuerdo municipal, para lograr incentivar a las personas que mantienen sus reservas con rebajas del impuesto predial. Analizar iniciativas de compensación a través de un fondo, que puede ser acordado con las entidades como capital semilla para sostenibilidad de los procesos de conservación. Fortalecimiento de las alianzas de cooperación interinstitucional para la ejecución de un Plan Operativo.
		Cuenca alta	**Cuenca baja**
	¿Qué conversaciones o diálogos son necesarios fomentar a fin de alentar a las personas a adoptar el/los nuevos comportamientos?	Mediante el dialogo de saberes, la planificación participativa, el aprender haciendo y la réplica de las buenas prácticas de adaptación, el intercambio de	Establecer un diálogo con actores de la Cuenca Baja, para conformar el Fondo con objetivos de reciprocidad, para que conozcan a fondo cómo opera el sistema de abastecimiento de la

FC

		experiencias. Mediante giras de intercambio de conocimientos. Se podrán establecer acuerdos de confianza para que los planes y programas respondan a lo priorizado por las comunidades	ciudad y realicen intercambios con los actores de la cuenca Alta, para conocer resultados de los procesos del manejo adaptativo del territorio
CC	¿Qué actitudes se deben fomentar para motivar a la gente de adoptar nuevos comportamientos?	A través del mejoramiento de la calidad de vida de los actores comunitarios, se podrá dar sostenibilidad a los procesos de conservación, valorando el entorno y los beneficios por su conservación, mediante el diálogo e intercambio de visitas a experiencias exitosas en la región, permitiendo validar conocimientos.	La oferta hídrica con calidad y continuidad del servicio, permiten tener una valoración del recurso y su disponibilidad de negociación ante nuevas alternativas de sostenibilidad. Los actores sociales de la zona urbana tendrán los compromisos de hacer un uso eficiente del agua.
RB	¿Qué conocimientos necesita la gente para adoptar estas actitudes que le llevan al cambio?	Los actores comunitarios valoran sus recursos y los relacionan con un sistema de interrelación permanente con beneficios para adoptar ARA.	Los actores comunitarios e institucionales de la cuenca baja conocen y valoran la importancia de conservar el recurso hídrico

Tabla 4.3. Adaptado de Campaña Price-Rare. Componentes de análisis para la formulación de la propuesta.

A continuación se presenta el enfoque integrador sobre el Manejo Adaptativo del Territorio a través de la figura 4.1, donde se analizan los componentes que lo integran y que previamente fueron documentados durante la investigación.

El primer componente lo constituye la Resiliencia Socioecosistémica, resaltada en un cuadrante azul, en la que se muestra la interacción de los actores sociales y los

actores institucionales a través de fechas que muestran su conexión. Al interior del cuadrante se manejan otras variables que interactúan como son: la construcción del conocimiento integrando el conocimiento local o endógeno, que permite a través de procesos de participación y diálogos de saberes, integrar el conocimiento científico y técnico aportado por investigadores o actores institucionales, permitiendo definir de manera concertada los principios de intervención que dan paso a establecer acuerdos, trabajar en conjunto para la resolución de conflictos que permiten acercarse a una construcción de confianza y a definir acuerdos recíprocos para identificar, caracterizar y priorizar el uso y manejo de los subsistemas biofísico, agrario y sociocultural, orientado a mejorar la capacidad de adaptación, disminuyendo la vulnerabilidad a través del desarrollo de prácticas de adaptación. Todo lo anterior se fortalece a través de herramientas de comunicación para una verdadera apropiación del conocimiento y la puesta en marcha de una cogestión para la adaptación.

Los resultados de las variables de la resiliencia socioecosistémica, interactúan con los impulsores internos del socioecosistema, como son las políticas de las comunidades y con los impulsores externos como los fenómenos de variabilidad y cambio climático, políticas de estado y conflictos sociopolíticos. Lo anterior tiene relación con la gobernanza, concepto que forma parte del segundo componente del enfoque y es destacado con un cuadrante de color rojo. Este componente a su vez interactúa con los impulsores internos y externos ya mencionados. Además, se tienen en cuenta las variables que inciden sobre su estructura y los procesos que de ella se deriven. Estos elementos se destacan en cuadrantes de color verde y muestran su relación con las flechas que conectan con el concepto.

La interacción entre la resiliencia socioecosistémica, la gobernanza, los impulsores internos y externos, incide sobre las transformaciones y dinámicas de los otros componentes, como son los servicios ecosistémicos, y éstos a su vez con los servicios ambientales, especialmente los de aprovisionamiento, regulación y los culturales. El incentivar el buen uso y manejo de los servicios ecosistémicos a las comunidades que trabajan en pro de su conservación, permitirá una mayor sostenibilidad del enfoque. Por ejemplo, para la gestión integral del recurso hídrico y la gestión del riesgo para la adaptación, vale la pena considerara los actores sociales

urbanos e institucionales de la cuenca baja, que son beneficiarios de servicios ambientales como el abastecimiento con calidad y continuidad del recurso hídrico.

Esto lleva a involucrarlos en procesos de compensación para los actores sociales rurales de la cuenca alta, estableciendo acuerdos de reciprocidad que fortalezcan el desarrollo de proyectos con alternativas productivas, para mayores niveles de calidad de vida considerando salud, vivienda, educación, desarrollo de la infraestructura, afianzando una gobernanza efectiva y una cogestión con respuestas de adaptación, de acuerdo a las particularidades de cada socioecosistema. Lo anterior se conecta en el enfoque con el Fondo de Agua, como una herramienta financiera que facilita la implementación de planes y programas encaminados a la sostenibilidad de los procesos.

Es necesario considerar para la puesta en marcha del enfoque, indicadores que permitan conocer la línea base del contexto de socioecosistema, los cuales deben ser construidos de abajo hacia arriba, es decir considerando la unidad básica de planificación que impacte posteriormente a los otros niveles del sistema. Así mismo se debe realizar un monitoreo y seguimiento que permita detectar cambios y realizar ajustes en los procesos de implementación especialmente los dirigidos hacia la gestión del riesgo con énfasis en la adaptación.

La propuesta del monitoreo y seguimiento también deberá ser aplicable para las propuestas de los servicios ambientales, con el fin de garantizar que los indicadores propuestos, efectivamente están permitiendo cambios que se ajusten a la gestión del riesgo y al manejo adaptativo del territorio. Por ser un proceso dinámico, como se mencionó anteriormente, se deberán establecer ajustes al proceso en el seguimiento, en caso de que se presenten cambios por eventos de variabilidad climática o por la intervención que afecte el territorio a través de malas prácticas que impacten la dinámica planteada.

De esta manera, el enfoque integrado podrá responder ante los fenómenos de perturbación, cambios y transformaciones que incidan en el socioecosistema, permitiendo abordar el manejo adaptativo del territorio en una cuenca Altoandina, considerando la diversidad cultural y ecosistémica.

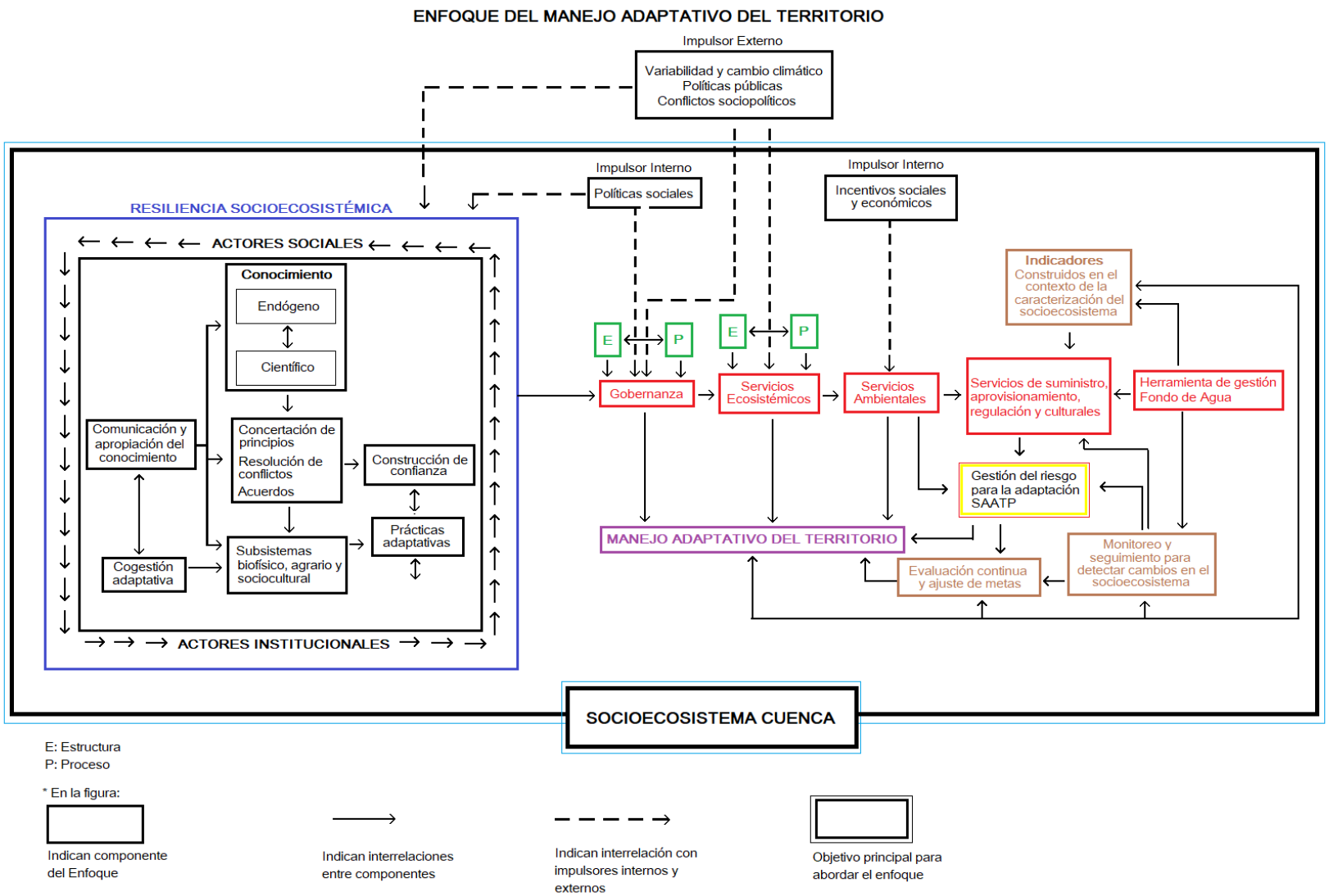


Figura 4.1. Propuesta aplicada del enfoque del manejo adaptativo del territorio.

4.2 Conclusiones

Garantizar la oferta ambiental representada en los servicios ecosistémicos, sin duda demanda un relacionamiento acorde con la interculturalidad y particularidades del socioecosistema para poner en marcha procesos que permitan abordar la resiliencia, mejorando la capacidad de adaptación. Las innovaciones en prácticas de adaptación como integrar sistemas de planificación, permiten optimizar construcciones para el acceso al agua para abastecimiento de las familias, la productividad, sistemas de riesgo, almacenamiento de agua durante los períodos críticos de menores precipitaciones, de manera que los problemas de variabilidad climática tengan un menor impacto en la población. Así mismo tiene un efecto frente a la prioridad que esto llega representar en las comunidades, para preservar los ecosistemas de regulación hídrica.

La premisa al comienzo de los trabajos institucionales en la cuenca Piedras, frente a sembrar árboles para recuperar las zonas de protección hídrica, por parte de algunos miembros de la comunidad, era que ellos no comían árboles y por eso tenían que vivir de ellos, cortándolos y quemando carbón; así mismo que por qué tenían que cuidarle el agua a la ciudad. Ahora, en la medida en que a través de sus parcelas han incorporado sistemas de producción más planificados, valoran más la protección de sus ecosistemas por el valor intrínseco del acceso al agua y los beneficios del que este servicio aporta en todo el desarrollo de sus actividades. Aunque en algunos sectores persisten malas prácticas con incendios forestales, talas y quema de carbón de roble (*Quercus humboldtii*), también es notorio el cambio de muchos miembros de la comunidad en querer conservar sus fuentes hídricas, consideradas como uno de los principales tesoros de su entorno.

Algunas de las prácticas identificadas y articuladas a través del Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas, herramienta de gestión clave para la implementación del Enfoque para responder ante los fenómenos de variabilidad climática, son el rescatar sus semillas nativas e investigar cuales tienen mejores procesos de adaptación, articulándose en red a la región; conocer su clima local para planificar sus decisiones; optimizar el uso de abonos orgánicos para contrarrestar problemas de plagas y enfermedades y minimizar el problema de contaminación por agroquímicos; el establecer los sistemas silvopastoriles para disminuir los conflictos

por el uso del suelo; el lograr desarrollar prácticas de manejo del suelo contrarrestando los problemas de remoción en masa; el tener aislados sus nacimientos para permitir su recuperación y procesos de regeneración de los ecosistemas que los regulan; el realizar prácticas de repoblamiento forestal en zonas con altos conflictos de uso del suelo.

De igual manera orientar procesos de gestión de los servicios ambientales acompañados de herramientas que permitan la inversión de programas y proyectos para mejorar el bienestar de las comunidades, considerando su dimensión sociocultural a través de fondos de agua, consolidan la puesta en marcha del enfoque. No necesariamente los estímulos de conservación o pago por servicios ambientales deben ser orientados a un pago en efectivo, pueden verse reflejadas en acuerdos recíprocos con enfoque para la adaptación a través de una construcción participativa.

Tratar de comprender la compleja dinámica de los socioecosistemas y considerar las interacciones, los servicios ecosistémicos, las retroalimentaciones, las perturbaciones, las vías alternativas y los conductores clave del cambio frente a los fenómenos externos de variabilidad climática y cambio climático, exigen que se incorporen a la gestión una ruta de lineamientos de adaptación que respondan una constante evaluación en la gestión del riesgo para la prevención de desastres y lograr implementar un manejo adaptativo del territorio.

Conclusiones generales

El desarrollo de la investigación evidencia como a través de procesos construidos con las comunidades, se puede avanzar en las respuestas de adaptación que permitan abordar la gestión del riesgo, e impactar el manejo adaptativo del territorio. Es por esto que el enfoque desarrollado es una apuesta de que efectivamente podemos prepararnos frente a los cambios, si de manera planificada se construyen procesos, no actividades, que se pierden en la memoria del colectivo social. El poner en práctica conceptos, principios, indicadores en escenarios reales del día a día de las comunidades frente a su socioecosistema, forman parte de los retos y de la dinámica de la interacción, transformación y adaptación.

Esta investigación muestra cómo a través de la integración de diferentes prácticas de adaptación, se logra una resiliencia socioecosistémica y que ésta es dependiente de la gobernanza efectiva de sus actores sociales e institucionales, lo que permite avanzar en un mayor nivel de gestión para la resolución de conflictos, concertaciones que se reflejan en la construcción de confianza entre los actores sociales e institucionales para el manejo y gestión del territorio. También se debe trabajar conjuntamente entre actores en mejorar la calidad de vida o bienestar social y de esa manera mantener el capital natural.

Resulta claro adicionalmente, que por más políticas de estado que se definan, si estas no se armonizan con las políticas internas de las comunidades, difícilmente podrán ser implementadas. Frente a esto también se debe ser crítico en cuanto a las respuestas comunitarias, definidas en la corresponsabilidad social, pues entre más autonomía o mayor gobernanza en un territorio, también debe haber una mayor responsabilidad y compromisos reales en seguir avanzando en el mejoramiento de los procesos que permiten la sostenibilidad ambiental del socioecosistema. En pocos minutos, perturbaciones antrópicas pueden acabar con años de recuperación de un ecosistema y en poco tiempo si esto se conjuga con fenómenos de variabilidad climática, los efectos serán notorios en los eventos de afectación de los servicios ambientales.

Retos para su implementación

El principal reto de la puesta en marcha del enfoque, es develar como se logra una participación activa de los actores sociales e institucionales en la toma de decisiones, frente a los impulsores internos y externos del socioecosistema para la implementación de prácticas de adaptación, que mejoren la capacidad de adaptación frente a la vulnerabilidad, afianzando la gobernanza con la construcción de procesos que sean innovadores y no de acciones que se pierden en el tiempo y no generan cambios ni transformaciones para el trabajo continuo de una resiliencia socioecosistémica.

Las innovaciones logradas a través del sistema de alertas agroclimáticas tempranas participativas SAATP, presentadas en el capítulo 3, numeral 3.3.1 literal b, son un claro ejemplo de la construcción de conocimientos entre comunidades e instituciones donde se priorizan prácticas de adaptación, procesos de conservación que responden ante la gestión del riesgo de desastres. Así mismo, permite replicar el sistema e impactar unidades de gestión de manejo a nivel de una región. El reto de la iniciativa está en lograr incorporar este tipo de herramientas a los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo, Planes de Ordenación de Cuencas Hidrográficas, Planes de acción institucionales, y la continuidad de procesos de investigación que permitan profundizar sobre las interacciones de variables de primer, segundo y tercer nivel, para la puesta en marcha de propuestas que den una mayor sostenibilidad de la apuesta del manejo adaptativo del territorio.

Otro reto importante es lograr implementar pagos por servicios ambientales, que no se conviertan en herramientas nocivas para los actores comunitarios, ya que se puede caer en la premisa que solo se conserva si hay pagos económicos, con el riesgo que se pierdan procesos de manejo y sostenibilidad propios de los actores sociales, afectando la cosmovisión y principios que rigen las ordenanzas del territorio. Así mismo, proponer la construcción del Fondo de Agua, como herramienta de compensación frente a los procesos de conservación de las comunidades y articularlo a sus planes y proyectos de vida, programas de desarrollo institucional,

garantizando la sostenibilidad del socioecosistema a través de acuerdos recíprocos en el contexto de la corresponsabilidad social.

Bibliografía

Aguilar, L. C., Quispe, S., & Ricaldi, T. (2011). El conocimiento local, base para la estrategia comunal en la gestión del riesgo climático: La experiencia del ayllu Majasaya Mujlli, Prov. Tapacari, Cochabamba, Bolivia. In *Taller: Experiencias Exitosas de Gestión de Riesgo de Desastres en el Sector Agropecuario, para la Adaptación al Cambio Climático*. (No. CIDAB-S598. B6-T3m). FAO.

Albán, A. (2006). *Conocimiento y lugar: más allá de la razón hay un mundo de colores. Texiendo textos y saberes. Cinco hijos para pensar los estudios culturales, la colonialidad y la interculturalidad*. Universidad del Cauca, Popayán.

Allan, A. A., & Wouters, P. K. (2003). What Role for Water Law in the "Good Governance" Debate? *Water Resources Impact,5*(4), 5–8.

Allen, C. R., Fontaine, J. J., Pope, K. L., & Garmestani, A. S. (2011). Adaptive management for a turbulent future. *Journal of Environmental Management*, *92*(5), 1339–1345.

Anderies, J., Janssen, M., & Ostrom, E. (2004). A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and Society*, *9*(1), 18.

Andrade, Á. (2004). *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*. Serie de manuales de educación y capacitación ambiental, 8. PNUMA, México.

Arcade, J., Godet, M., Meunier, F., & Roubelat, F. (2004). *Análisis Estructural con el Método Micmac, y estrategia de los actores con el Método Mactor*. Millennium Project del American Council for the United nations University, Washington, USA.

Arias, L., & Duque, M. (1992). *La cuenca hidrográfica como una unidad de análisis y planificación territorial*. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Armesto, J. J., Fuenzaliza, H., Jaksic, F. y Simonetti, J. (2000). Ciencias Ambientales. 2009, from http://www.ciencia.cl/chileCiencia2000/areas/ciencias-amb.rtf

Arzaluz Solano, S. (2005). La utilización del estudio de caso en el análisis local. *Región Y Sociedad*, *17*(32), 107–144.

Astier, M., Masera, O., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidisciplinario*. SEA, CIGA, ECOSUR, CIECO, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. Primera edición. Valencia, España.

Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D. L., & Santos dos Santos, A. de A. (2007). Bioestat 5.0. Belém - Pará - Brasil.

Balvanera, P., & Avalos, H. C. (2007). Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gaceta Ecológica*, *84*, 117–122.

Basurto, X., Gelcich, S., & Ostrom, E. (2013). The social–ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Global Environmental Change*, *23*(6), 1366–1380.

Belcher, K. ., Boehm, M. ., & Fulton, M. . (2004). Agroecosystem sustainability: a system simulation model approach. *Agricultural Systems*, *79*(2), 225–241.

Bennett, D. E., & Gosnell, H. (2015). Integrating multiple perspectives on payments for ecosystem services through a social–ecological systems framework. *Ecological Economics*, *116*, 172–181.

Berkes, F., & Folke, C. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, New York.

Bijker, W. E. (1995). *Of Bicycles. Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. MIT Press, Cambridge, Mass.

Brenner, L., & Vargas del Río, D. (2010). Gobernabilidad y gobernanza ambiental en México: La experiencia de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. *Polis*, *6*(2), 115–154.

Cabrera, J. E. (2011). Pensar e intervenir el territorio a traves de la Teoria del Actor-Red. *Athenea Digital*, *11*(1), 217–223.

Calderón-Contreras, R. (2013). Ecología política: hacia un mejor entendimiento de los problemas socioterritoriales. *Economía, Sociedad Y Territorio*, *13*(42), 561–569.

Capera, L. C. (2011). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad y análisis de riesgos asociados en la cuenca alta del río Cauca*. Programa de Integración de ecosistemas y adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano.

Capra, F. (1998). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos.*

Barcelona: Anagrama.

Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R. S., Díaz, S., … Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *106*(5), 1305–12.

Consejo Regional Indigena del Cauca, . (2007). *Plan de vida regional de los pueblos Indigenas del Cauca*. Cauca, Colombia.

Corporación Autonoma Regional del Cauca, (CRC). (2006). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DE RÍO LAS PIEDRAS*. 456.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, (CVC). (1990). Plan de Ordenación y Manejo Cuenca río las Piedras, 250.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, (CVC). (1995). *Procedimientos Metodológicos de Planificación en Cuencas Hidrográficas*. Santiago de Cali.

Cubillos, L. F. (2007). La epistemología de las ciencias ambientales. Reflexiones desde la “impertinencia” social. In O. Sáenz (Ed.), *LAS CIENCIAS AMBIENTALES: UNA NUEVA ÁREA DE CONOCIMIENTO* (p. 182). Red Colom biana de Formaci ón Ambiental, RCFA. Bogotá D.C.

Cuevas, G. (2017). *Metodología para la Priorización de Medidas de Adaptación frente al Cambio Climático. Integrando el enfoque de AbE, presentación WEBINAR*. México, D.F. México.

Dore, J., Lebel, L., & Molle, F. (2012). A framework for analysing transboundary water governance complexes, illustrated in the Mekong Region. *Journal of Hydrology*, *466*, 23–36.

Dourojeanni, A. (1993). Evolución de la gestión integral de cuencas en América Latina y el Caribe. In *Seminario Taller Interamericano Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. OEA-CIDIAT.* Santiago de Chile.

Dourojeanni, A. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina. *Revista de La CEPAL*, *53*.

Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (2002). *Evolución de políticas hídricas en América Latina y el Caribe*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 51, LC/L.1826-P, Santiago de Chile.

Dupuy, G. (1991). *L’urbanisme des réseaux, théories et méthodes*. Armand colin.

Eastman, J. R. (2012). IDRISI Selva Tutorial. *Idrisi Production, Clark Labs-Clark University*, *45*, 51–63.

Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, *65*(4), 663–674.

ESRI, ArcGIS Desktop. Clasificación de imágenes con la extensión ArcGIS SpatialAnalyst. Recurso en línea. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en: https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/spatial-analyst/image-classification/image-classification-using-spatial-analyst.htm

FAO. 2010. "Climate-Smart" Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security. Adaptation and Mitigation. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO)

Faust, F. (2008). *El impacto de la sociedad preindustrial sobre el medio ambiente. Un ensayo historico. Ecología historica y cultura ambiental*.

Feagin, J. R., Orum, A. M., & Sjoberg, G. (1991). *A case for the case study*. UNC Press Books.

Figueroa, A., & Valencia, M. P. (2009). *Fragmentación y coberturas vegetales de ecosistemas andinos*. Universidad del Cauca, Popayán.

Folke, C., Colding, J., & Berkes, F. (2003). Synthesis: building resilience and adaptive capacity in social–ecological systems. In F. Berkes, J. Colding, & C. Folke (Eds.), *Navigating social-ecological* (pp. 352–387). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Gallopín, G. C. (1996). Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A systems approach. *Environmental Modeling & Assessment*, *1*(3), 101–117.

Garcia, J. L. (1976). *Antropología del Territorio*. Madrid,España, Betancor Josefina.

García, R. (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos*. España: Gedisa.

Garcia, S. M., & Staples, D. J. (2000). Sustainability reference systems and indicators for responsible marine capture fisheries: a review of concepts and elements for a set of guidelines. *Marine and Freshwater Research*, *51*(5), 385.

GUEVARA DÍAZ, José Manuel. El abc de los índices usados en la identificación y definición cuantitativa de El Niño – oscilación sur 2008. Terra. ene2008, vol24.

Global Water Partnership, . (2002). *Introducing Effective Water Governance*. mimeo.

Goode, W., & Hatt, P. (1976). *Métodos de investigación social*. México: Trillas.

González Muñoz, L. J. (2008). Hidrobiología

Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2002). *Panarchy : understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.

GWP, I. (2009). *Manual para la Gestión In- tegrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Global Water Partnership (GWP). Red Inter- nacional de Organismos de Cuenca (Inter- national Network of Basin Organizations, INBO. Francia.

Hajek, E. (1991). La situación ambiental en América Latina: algunos estudios de casos. Buenos Aires.

Harris. (2016). Geospatial Solutions. Accesado: 2016 - 10 - 10.

Hole, D. G., Young, K. R., Seimon, A., Gómez Wichtendahl, C., Hoffmann, D., Páez Schutze, K, Sánchez, S., … Ramírez, E. (2012). Manejo Adaptativo para la Conservación de la Biodiversidad frente al Cambio Climático - Perspectiva en los Andes Tropicales. In S. K. Herzog, R. Martinez, P. Jorgensen, & H. Tiessen (Eds.), *Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales* (p. 426). Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), São José dos Campos y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE).

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C.

IDRISI. (2004). Centro de Recursos IDRISI España. Accesado: 2017 - 01 - 10. Disponible en: http://www.sigte.udg.edu/idrisi/idrisi-selva/landchange-modeller.

IPCC. 2014. Climatic change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Volume II: Regional Aspects.

Jouravlev, A. (2001). *Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Karr, J. R. (1991). Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecological Applications*, *1*(1), 66–84.

Karr, J. R., & Dudley, D. R. (1981). Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management*, *5*(1), 55–68. http://doi.org/10.1007/BF01866609

Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant, P. R., & Schlosser, I. J. (1986). Assessing biological integrity in running waters. A method and its rationale. *Illinois Natural History Survey, Champaign, Special Publication*, *5*.

Kinzig, A. P., Perrings, C., Chapin, F. S., Polasky, S., Smith, V. K., Tilman, D., & Turner, B. L. (2011). Paying for Ecosystem Services—Promise and Peril. *Science*, *334*(6056).

Leff, E. (2004). Racionalidad ambiental y diálogo de saberes. Significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable. *Polis. Revista Latinoamericana*, *7*.

Levin, S. A. (1999). Towards a Science of Ecological Management. *Conservation Ecology*, *3*(2), art6.

Liévano-Bonilla, A. F. (2017). *Informe: Revisión bibliográfica de la fauna vertebrada distribuida en las subcuencas Molino, Palacé, Piedras y Pisojé*. Fondo del Agua de Popayán, Fundación Procuenca Río Las Piedras, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. Popayán.

López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators*, *2*(1), 135–148.

Lozano, R. (2005). *Interculturalidad: Desafio y Proceso en Construccion. Manual de Capacitación*. Lima, Perú. Servicios en Comunicacion Intercultural. SERVINDI.

Maass, M. Margarita. Amozurrutia, J., Almaguer, K. Patricia. Gonzaléz, M. L., & Meza, C. M. (2012). *Sociocibernética, Cibercultur@ y Sociedad*. CEIICH UNAM. México.

Martens, W. J. (1998). Health impacts of climate change and ozone depletion: an ecoepidemiologic modeling approach. *Environmental Health Perspectives*, 241–51.

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., & Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *Cuides*, *3*, 229–258.

Masera, O. A., & López-Ridaura, S. M. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturalesel marco de evaluación MESMIS*. Ediciones Mundi-Prensa.

McFadden, J.E., Hiller, T.L., Tyre, A.J. (2011). Evaluating the efficacy of adaptive management approaches: is there a formula for success? Journal of Environmental Management 92 (5), 1354-1359.

Meinzen-Dick, R. (2007). Beyond panaceas in water institutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *104*(39), 15200–5.

Millenium Ecosystem Assessment, (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-being. 4 volumes. Island Press, EE.UU.*

Moriarty, P., Batchelor, C., Abd-Alhadi, F. T., Laban, P., & Fahmy, H. (2007). *Background to guidelines and key concepts*. Amman, Jordan: Inter-Islamic Network on Water Resource Development and Management (INWRDAM).

Motulsky, H., Stannard, P., Neubig, R., Ploatt, M., Pilkington, J., & Searle, P. (1994). GraphPad Prism 6. San Diego: GraphPad Software, Inc.

Musters, C. J. ., de Graaf, H. ., & ter Keurs, W. . (1998). Defining socio-environmental systems for sustainable development. *Ecological Economics*, *26*(3), 243–258.

Nates, B. (2011). Soportes Teoricos y Etnográficos Sobre Conceptos de Territorio. *Co-Herencia*, *8*(14), 209–229.

Noguera, P. (2000). *Educación estética y complejidad ambiental*. Centro Editorial Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Odum, H. T. (1987). Models for national, international, and global systems policy. In L. C. Bratt & W. F. . van Litrop (Eds.), *Economic-Ecological Modelling* (pp. 203–251). North-Holland, Amsterdam.

Oliver, J., Leiter, T., & Liinke, J. (2012). *Adaptación a medida, manual para la concepción y el seguimiento basado en resultados de proyectos de adaptación al cambio climático*. Ministerio Federal de Cooperación Económica y DesarrolloGIZ (Alemania).

Organización de las Naciones Unidas, (OEA). (1978). *Calidad ambiental y desarrollo de cuencas Hidrográficas: un modelo para planificación y análisis integrados*. Washington: Secretaría General de la OEA.

Ortega, L.A.; Paz-B, L.P. 2014. Manual para la formulación de planes prediales de adaptación a la variabilidad climatica. Convenio 7200000325. Empresa Energética ISA SA - Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Fundación Ecohabitats 2013.

Ostrom, E. (2011). Background on the Institutional Analysis and Development Framework. *Policy Studies Journal*, *39*(1), 7–27. http://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2010.00394.x

Patz, J. A., Hulme, M., Rosenzweig, C., Mitchell, T. D., Goldberg, R. A., Githeko, A. K., … Le Sueur, D. (2002). Climate change (Communication arising): Regional warming and malaria resurgence. *Nature*, *420*(6916), 627–628.

Pérez, M., Rojas, J., & Ordóñez, C. (2010). *Desarrollo sostenible: Principios, aplicaciones y lineamientos de política para Colombia*. Cali (Colombia): Universidad del Valle-Instituto CINARA.

Portela Guarin, H. (2000). *El pensamiento de las aguas de las montañas, Coconucos, Guámbianos, Paeces, Yanaconas*.

Poveda, G., Rojas, W., Quiñones, M. L., Vélez, I. D., Mantilla, R. I., Ruiz, D., … Rua, G. L. (2001). Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia. *Environmental Health Perspectives*, *109*(5), 489–93.

Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo, . (2010). *La verdadera riqueza de las naciones: caminos al desarrollo humano (Informe sobre desarrollo humano)*. Edición Vigésimo Aniverasrio. New York.

Quiroga, R. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. *División de Medio Ambiente Y Asentamientos Humanos*, 116.

Recaman, A. L. (2014). *La Ruta de los conventos de Morelos. Modelo de turismo cultural para el desarrollo sostenible*. México, D.F. México.

Recaman, L. (2007). Informe de Tenencia de Tierras.

Recaman, L. (2015). *Propuesta de adaptación para el manejo del territorio*. Universidad del Cauca. Popayán.

RStudio Team. (2017). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. Retrieved from http://www.rstudio.com/

Ruiz, D., Poveda, G., Vélez, I. D., Quiñones, M. L., Rúa, G. L., Velásquez, L. E., & Zuluaga, J. S. (2006). Modelling entomological-climatic interactions of Plasmodium falciparum malaria transmission in two Colombian endemic-regions: contributions to a National Malaria Early Warning System. *Malaria Journal*, *5*(1), 66.

Stern, N. (2007). *El informe Stern. La verdad del cambio climático*. Barcelona: Ediciones párdos Ibérica, SA.

Su, C., Fu, B.-J., He, C.-S., & Lü, Y.-H. (2012). Variation of ecosystem services and

human activities: A case study in the Yanhe Watershed of China. *Acta Oecologica*, *44*, 46–57. http://doi.org/10.1016/j.actao.2011.11.006

Swyngedouw, E. (2004). *Social Power and the Urbanization of Wate. Flows of Power*. Oxford University Press. Retrieved from http://library.wur.nl/WebQuery/titel/1764273

Tropp, H. (2007). Water governance: trends and needs for new capacity development. *Water Policy*, *9*(S2).

Tsing, A. L. (2001). Nature in the making. In C. L. Crumley, A. E. van Deventer, & J. J. Fletcher (Eds.), *New directions in anthropology and environment* (pp. 3–23). Oakland: Altamira Press.

Ulloa, A. (2004). *La construcción del nativo ecológico: complejidades, paradojas y dilemas de la relación entre los movimientos indígenas y el ambientalismo en Colombia*. Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

Ulloa, A. (2011). Construcciones culturales sobre el clima. *Perspectivas Culturales Del Clima*, 33–54.

USGS. (2016). Science for a Changing World, La Escuela de Ciencias del Agua USGS. Accesado: 2016 - 11 -16. Disponible en: http://usgs.gov.html.

Varela, F., & Maturana, H. (1972). *De máquinas y seres vivos: autopoiésis: la organización de lo vivo*. Editorial Universitaria Santiago de Chile.

Varela, M. E. (1992). *Planificación–Acción en Cuencas Hidrográficas: un enfoque empírico desestructurado o estructurarte, Seminario Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas*. AINSA, Medellín.

Vásquez, V. G. (1997). *Consideraciones ambientales para la planificación de cuencas hidrográficas en áreas de influencia cafetera en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Vergara, W., Deeb, A., Valencia, A., Bradley, R., Francou, B., Zarzar, A., … Haeussling, S. (2007). Economic impacts of rapid glacier retreat in the Andes. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, *88*(25), 261–264.

Wilches-Chaux, G. (2015). *El concepto-herramienta de la seguridad territorial y la gestión de humedales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C.

Wunder, S. (2005). Payments for environmental services: some nuts and bolts. Center for International Forestry Research (CIFOR).

WWF-Colombia (2017). Colombia Viva: un país megadiverso de cara al futuro. Informe 2017. Cali: WWF-Colombia.

Young, P. V., & Schmid, C. F. (1939). Scientific social surveys and research: An introduction to the background, content, methods, and analysis of social studies.

Zuñiga, V. (2016a). *Análisis de los cambios de precipitación con influencia en el fenómeno del niño en el marco del SAATP en la cuenca alta del río Cauca*. Popayán.

Zuñiga, V. (2016b). *Informe de comportamiento climático local para aplicación del plan de contingencia de la empresa de acueducto y alcantarillado de Popayán*. Popayán.

Anexos

Anexo 1. Matriz DOFA para análisis de aplicación de servicios ambientales

COMPONENTES DE ANÁLISIS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
PROTECCIÓN AMBIENTAL	Sensibilidad y responsabilidad comunitaria. Resultados exitosos en trabajos implementados para la conservación en diferentes predios de la cuenca a través de iniciativas propias de las comunidades, programas y proyectos de las instituciones, garantizando una mayor sustentabilidad de los sistemas de regulación hídrica.	Programas institucionales de conservación de ecosistemas. Incentivo para la conservación con el descuento en el predial a través del acuerdo municipal 030 del 2012. Desarrollo de proyectos institucionales, estimulando alternativas de conservación a través del canje ecológico.	Incendios forestales en épocas secas. Talas indiscriminadas de bosque por algunos sectores de la comunidad, extracción de carbón de roble, ampliación de frontera agropecuaria.	Variabilidad climática acelerando problemas de remoción en masa. Deficiencia de recursos para mayor cobertura de programas y proyectos de conservación. No contar con pago por servicios ambientales que garantice la sostenibilidad de los procesos.
PRODUCCION AGRÍCOLA Y PECUARIA	Calidad de los suelos. Iniciativas de producción limpia a través de la organización de los custodios de semillas.	Generación de espacios de capacitación y de implementación de proyectos para mejorar los niveles de producción para impactar la seguridad alimentaria.	Mediana sostenibilidad de las actividades productivas agrícolas. Disminución de existencias en semillas nativas y tradicionales. Ataque de plagas y enfermedades.	Políticas públicas de seguridad alimentaria y producción. Influencia comercial para la alimentación.

COMPONENTES DE ANÁLISIS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
SISTEMAS DE ALERTAS CLIMÁTICAS TEMPRANAS PARTICIPATIVAS	Participación de diferentes actores sociales de las cuencas abastecedoras de agua para Popayán. Construcción de una red de monitoreo climático local de amplia cobertura para la gestión de riesgo de desastres.	Reconocimiento de la estrategia como un piloto en la gestión del riesgo por situaciones climáticas. Apoyo de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán SA ESP en la sostenibilidad de la estrategia	Falta de estrategias comunicativas de mayor cobertura. Apropiación de la comunidad.	Falta de recursos económicos para la sostenibilidad de los equipos de monitoreo.
RED DE RESERVAS DE LA SOCIEDAD CIVIL	Conservación y mantenimiento de reservas, por las familias y las organizaciones sociales de zonas de regulación hídrica.	Reconocimiento de la red por el Ministerio de Ambiente y por las diferentes instituciones, como áreas protegidas con iniciativas de particulares.	Desarticulación al interior de los actores sociales de la cuenca Piedras por la división de los grupos campesinos. Venta de zonas de reserva para áreas de interés ambiental por parte de propietarios campesinos, generando división al interior de las organizaciones.	Conflictos por la tenencia de la tierra.
PACTO DE PAZ Y CONVIVENCIA	Apropiación de los actores involucrados en la construcción de acuerdos de paz y convivencia, con resolución de conflictos por tenencia de la tierra.	Reconocimiento y aval de los acuerdos por instituciones gubernamentales y no gubernamentales a nivel local, regional, nacional e internacional.	Conflictos de interés al interior de las comunidades por territorios para ampliación de resguardos o procesos de reforma agraria campesina.	Conflictos sociopolíticos y políticas de estado.

COMPONENTES DE ANÁLISIS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
SERVICIOS DE SUMINISTRO	Se cuenta en la zona con dos acueductos veredales con optimización de tratamiento de aguas. Se cuenta en la zona con acueductos veredales y soluciones de agua de uso múltiple.	Desarrollo de proyectos para mejorar el acceso al agua de las comunidades que aún no tienen el servicio y mejoramiento de proyectos de saneamiento básico.	Familias productoras de agua con deficiencias para el acceso al agua. Problemas de contaminación por deficiencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales. No se cuenta con sistemas de recolección de residuos sólidos.	No implementación de programas y proyectos para ampliar coberturas en saneamiento básico.
OTROS SERVICIOS	Se cuenta con un 80% de electrificación aproximadamente, la zona cuenta con una vía que conecta la zona rural con la urbana. Se mantienen las tradiciones de las viviendas propias de la zona (barro, tabla)	Desarrollo de proyectos de vivienda para mejorar las condiciones actuales; recolección de residuos sólidos con rutas definidas especialmente para eliminar materiales de contaminación.	Deficiente mantenimiento de parte de la infraestructura de la zona, con procesos de corresponsabilidad social.	No desarrollo de proyectos que permitan mejorar las condiciones de calidad de vida de los habitantes del sector
EDUCACIÓN AMBIENTAL	Procesos de formación con grupos comunitarios que cuentan con el acompañamiento institucional a través de un diálogo de saberes e intercambio de conocimientos.	Construcción colectiva de planes y programas concertados para el desarrollo y sostenibilidad de los procesos de conservación.	Grupos comunitarios con bajo nivel de apropiación en algunos sectores de la comunidad	No contar con la continuidad de los procesos.

Anexo 2. Formatos de encuestas y consentimiento.

MANEJO ADAPTATIVO DEL TERRITORO

BUENAS PRACTICAS QUE CONTRIBUYEN AL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

De que manera incide esta práctica en el manejo de su predio ?

De 1 a 10 marque con una X

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
• Mejora la seguridad alimentaria de su familia →										
• Mejora el sistema productivo →										
• Permite que sus zonas de protección se mantengan →										
• Evita problemas de contaminación →										
• Permite un mejor uso del suelo →										
• Evita problemas generados por exceso de lluvias →										
• Evita problemas generados por granizadas →										
• Evita problemas generados por heladas →										
• Evita problemas por sequias →										

Marque con una X su respuesta

• **En esta practica participan**

Toda la familia ( )

Solo hombres ( )

Solo mujeres ( )

• **Como aprendió esta practica**

Practica enseñada por abuelos ( )

Practica enseñada por los padres ( )

Practica enseñada por las instituciones ( )

• **La practica es fácil de mantener ?**

Económicamente SI ( ) NO ( )

Ambientalmente SI ( ) NO ( )

• **Esta practica la replicaría con su comunidad ?**

SI ( ) NO ( )

1. Protección y conservación de fuentes de agua.
2. Biopreparados para el control de enfermedades.
3. Conservación de semillas nativas.
4. Asociación de cultivos.
5. Sistemas de Alertas Tempranas Participativas.
6. Rotación de terrenos con cercas eléctricas y bebederos ecológicos.
7. Planificación de la finca y optimización del terreno.
8. Riego (goteo de microaspersión).
9. Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple.

N°	Nombre de custodios de semillas/Generalidades	Protección y conservación de fuentes de agua	Biopreparados para el control de plagas y enfermedades	Conservación de semillas nativas	Asociación de cultivos	Sistemas de alertas tempranas participativas	Rotación de terrenos con cercas eléctricas y bebederos ecológicos (móviles)	Planificación de la finca o parcela y optimización del terreno	Riego (goteo o microaspersión)	Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple.	Se marca con color rojo la practica descertada y si responde escribir porque?
1											
	Tiempo										
	Beneficios										
	Barreras										
	Estrategias										

1. COMO - QUIEN LE ENSEÑO LA PRACTICA.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA INVESTIGACION

SOBRE EL MANEJO ADAPTATIVO DEL TERRITORIO

Respetado(a) señor (a) Julio Guauña por medio del presente documento le solicito su participación voluntaria en la realización por escrito de una encuesta de investigación sobre el resultado de las practicas que influyen en el manejo adaptativo del territorio y que yo Liliana Recaman Mejía , he realizado como parte de un ejercicio académico e investigativo, que tiene como objetivo medir:

- Las prácticas implementadas mejoran: seguridad alimentaria y en producción, mantener las zonas de protección, evita problemas generados por exceso de lluvia, granizada, heladas y sequias.
- En el hogar quienes participan a la hora de implementar la práctica, toda la familia, solo hombres o solo mujeres.
- Como aprendió la práctica: enseñado por abuelos, padres o por institución.
- Si la práctica es económica y ambientalmente viable.

En personas pertenecientes a las zonas de la parte alta de la Cuenca Cauca de la que hacen parte las fuentes de abastecimiento Piedras, Molino, Palacé y Pisojé.

La información obtenida a partir de sus respuestas en la encuesta tendrá un carácter exclusivo de investigación y podrá tener el conocimiento de la interpretación de sus resultados de la encuesta.

En consideración de lo anterior, agradezco su participación voluntaria en la realización de esta encuesta: (Si desea participar, por favor marque sus datos personales en la parte inferior de la hoja y firme en el espacio designado).

(Yo) Nombre del particpante: Julio Guauña ,identificado con el documento de identificación número: 4773984 de Popayan , expreso voluntaria y conscientemente mi deseo de participar en la realización de la encuesta.

En constancia firma:

Julio B Guauña

CC: 4773984

Anexo 3. Manejo adaptativo del territorio – prácticas de adaptación Subsistemas Sociocultural y Agrario

Subsistema - Agrícola

RESULTADO DE CARACTERIZACION DE CUSTODIOS DE SEMILLAS CUENCA ALTA DEL RIO CAUCA APORTES DEL CONOCIMIENTO ENDÓGENO

Proceso construido con el saber comunitario de indígenas y campesinos en el marco de la identificación de buenas prácticas para la adaptación al cambio y variabilidad climática – Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas

Nuestras organizaciones nos han delegado la misión de conservar, cuidar propagar y difundir las semillas que son las semillas de la vida y para la vida – Custodio: Julio Guauña de Puracé

Elaborado por: Equipo Técnico y comunitario Fundación Pro Cuenca rio las Piedras
Coordinadora Técnica: Liliana Recaman Mejía

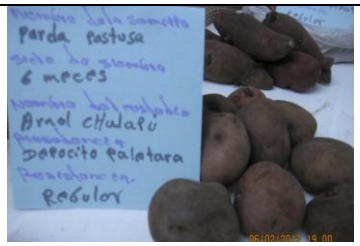
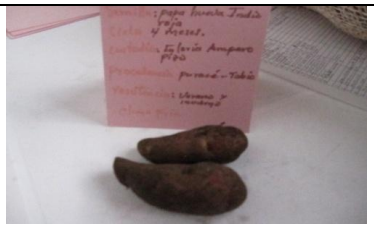
Como custodios somos cuidadores de vida
Esta es una pequeña muestra de lo que estamos cuidando en papa maíz y frijol.
Si recibes una semilla propágala. – Zoraida Golondrino – Custodia ASOCAMPO
Año 2014-2015

Registro de semillas en papa

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Papa ICA Puracé	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	5 meses	Verano
	Papa Parda blanca	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	5 meses	Invierno y verano
	Papa Parda Malvaseña	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	6 meses	Verano
	Papa Parda Pastusa	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	5 meses	Verano
	Papa amarilla	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Invierno

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	criolla				
	Papa guata San Jorge	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Verano e invierno
	Papa Sabanera rosada	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	6 meses	Verano e invierno
	Papa colorada mambera lisa	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Verano e invierno
	Papa manzana careta	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Invierno y Verano
	Papa amarilla lista morada	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Invierno y verano

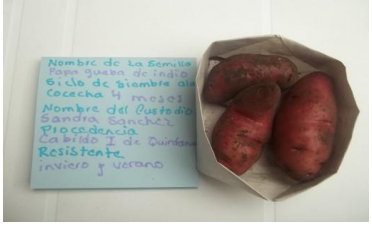
Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Papa yema de huevo	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Verano
	Papa suprema	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	6 meses	Verano e invierno
	Papa amarilla punto rojo	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Verano e invierno
	Papa roscona amarilla cacho	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Invierno y verano
	Papa ratona o ulluca	Julio Guauña	Vereda Anambio Purace	4 meses	Verano e invierno

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Papa criolla o yema de huevo	Julio cesar Calapsú	Puracé	3 meses y medio	Inviernno
	Papa tornilla amarilla	Julio Cesar Calapsú	Puracé	3 meses y medio	Invierno
	Papa mora surcó	julio Cesar Calapsú	Puracé	4 meses y medio	invierno
	Parda pastusa	Arnold Chalapú	Depósito Paletará	6 meses	Todos los climas de manera regular
	Papa parda criolla	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	7 meses	Verano y invierno
	Papa gueva de indio roja	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	4 meses	Verano y invierno

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Papa hueva indio morada	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	4 meses	Verano y invierno
	Papa morada	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	5 meses	Verano
	caturra tornilla	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Papa roja sabanera	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	4 meses	verano
	Alondra	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Huertera roja	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	China Roja	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Yema de huevo blanca	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Colorada blanca	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	ICA Purace	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Manzana colorada	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Única	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Hueva de toro	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	yema de huevo amarilla	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo

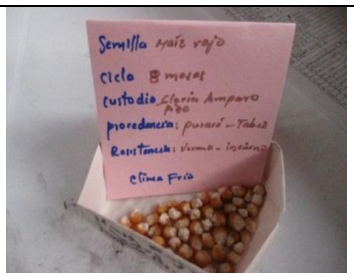
Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Papa Batata blanca	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Bollo de puerco	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Invierno- verano páramo
	Gueva de indio	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	4 meses	Invierno y verano
	Costeña	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Todos los climas incluido páramo
	Flor de duende	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Todos los climas incluido páramo

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Tornilla roja Manizaleña	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Todos los climas incluido páramo
	Caturra tornilla	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Todos los climas incluido páramo
	Conga negra	Plutarco Bolaños	Rionegro Paletará	4 meses	Todos los climas incluido páramo

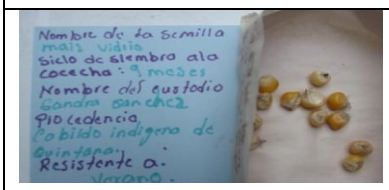
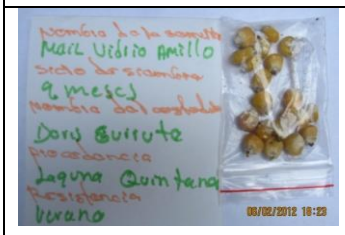
Registro de semillas en maíz

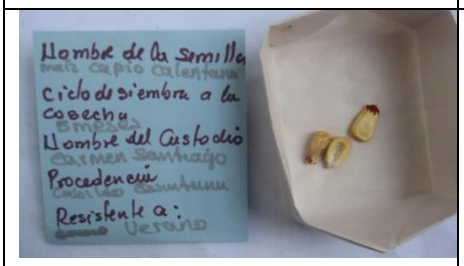
Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Maíz fino de año amarillo	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Puracé	12 meses	Invierno y Verano
	Maíz pequeño grano grande	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	6 meses	Invierno y Verano
	Maíz Yucatán blanco	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	8 meses	Invierno y Verano
	Maíz Yucatán combinado	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	8 meses	Invierno y Verano

	Maíz pequeño	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	6 meses	Invierno y Verano
	Maíz fino de año blanco	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	12 meses	Invierno y Verano
	Maíz Yucatán blanco	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	8 meses	Invierno y Verano
	Maíz Yucatán combinado	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	8 meses	Invierno y Verano
	Maíz pequeño	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	6 meses	Invierno y Verano

	Maíz rojo	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	8 meses	
	Maíz fino de año amarillo	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	12 meses	Invierno y Verano
	Maíz pequeño grano grande	Norberto Calapsú	Vereda Tabio Purace	6 meses	Invierno y Verano
	Maíz Capio Blanco	año	Octaviano Lame	Vereda San Ignacio	Invierno y verano
	Maíz amarillo	9 meses	Manuel Esteban Gurrute	Asocampo Vereda Los Laureles	invierno y verano

	Maíz amarillo	6 meses	Manuel Esteban Gurrute	vereda Los Laureles	A invierno y verano
	Maíz amarillo	año	Octaviano Lame	Vereda San Ignacio	Invierno y verano
	Maíz capio morado	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	1 año	Invierno y verano
	Maíz capio plano	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	1 año	Invierno y verano
	Maíz amarillo	Manuel Gurrute	Vereda Los Laureles Popayán	9 meses	Invierno y verano
	Maíz yunga	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	3 meses	Invierno y verano

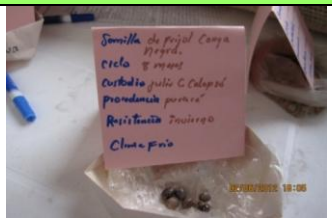
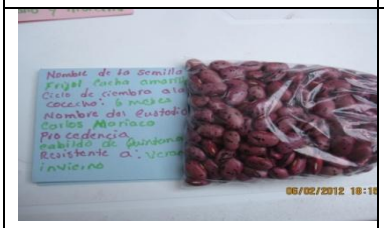
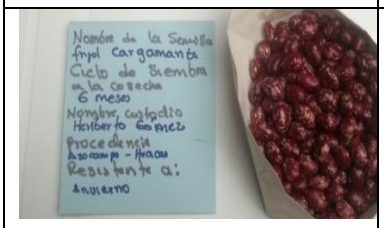
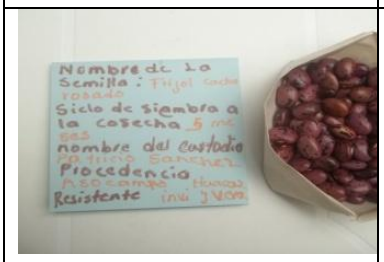
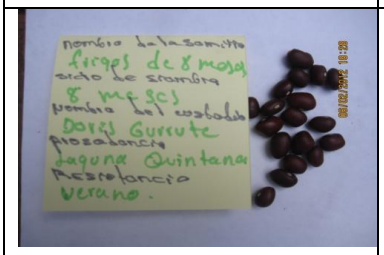
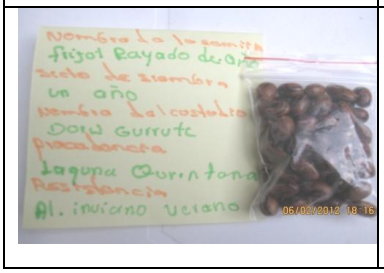
	Maíz capio rojo	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	1 año	Invierno y verano
	Maíz vidrio	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	9 meses	Invierno y verano
	Maíz amarillo	Manuel Gurrute	Vereda Los Laureles Popayán	9 meses	Invierno y verano
	Vidrio amarillo	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	9 meses	verano
	Maíz capio blanco	Octaviano Lame	San Ignacio	1 año	Invierno y verano

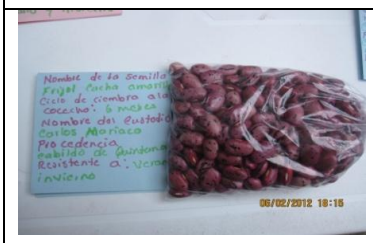
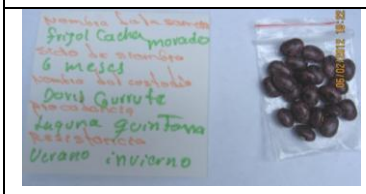
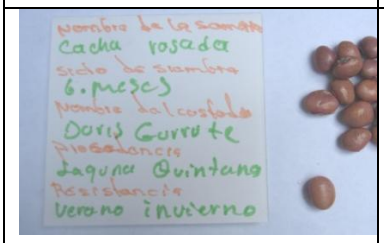
	Maíz amarillo	María del Socorro Mapallo	Kokonuco	1 año	Invierno y vedrano
	Maíz capio calentano	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	5 meses	Invierno y verano
	amarillo	Arnold Chalapú	Paletará	1 año	Invierno

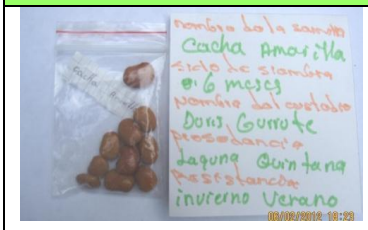
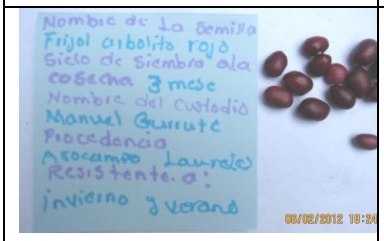
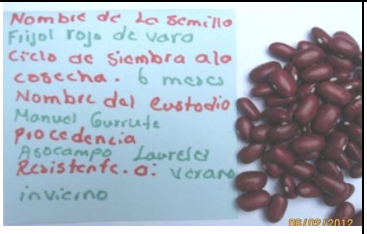
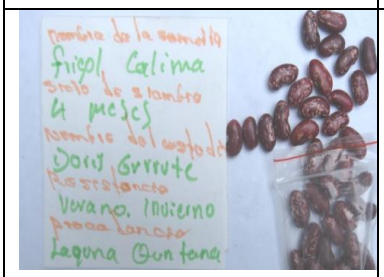
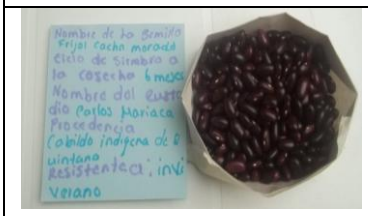
Registro de semillas de frijol

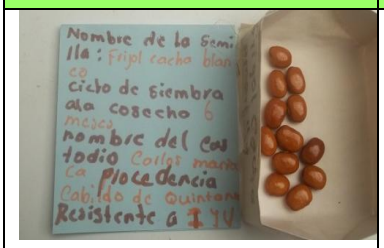
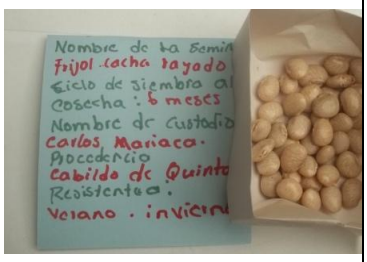
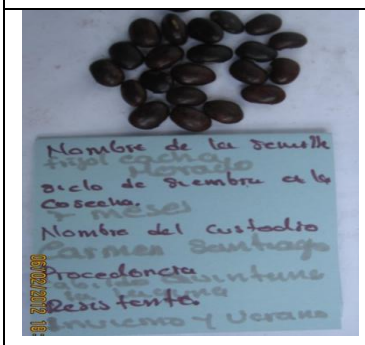
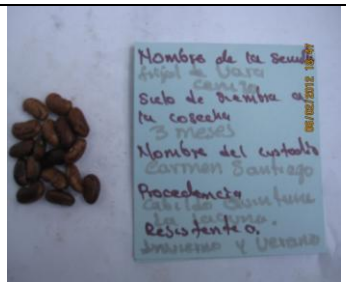
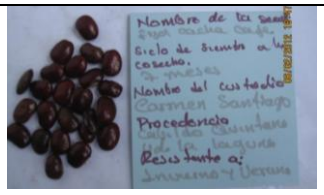
Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Frijol enredadera	Gloria Amparo Pizo	Puracé-Tabio	6 meses	Invierno y verano
	Frijol rojo de vara	Manuel Esteban Gurrute	Vereda Los Laureles	6 meses	Verano e invierno
	Frijol cargamanto	Manuel Esteban Gurrute	Vereda Los Laureles	6 meses	Verano e invierno
	Frijol de arbolito rojo	Manuel Esteban Gurrute	Vereda Los Laureles	3 meses	Verano e invierno

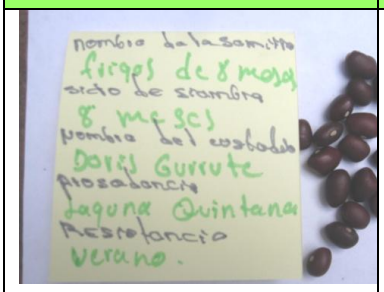
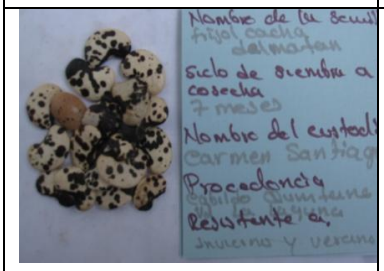
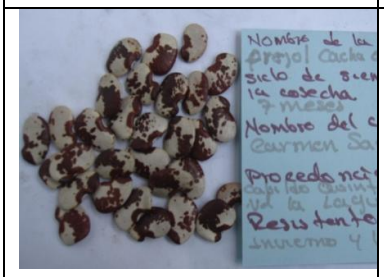
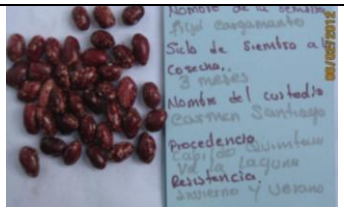
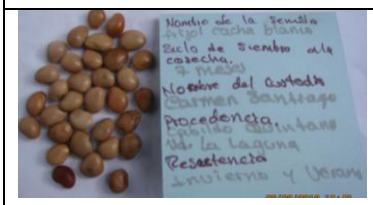
Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Frijol 5 colores	Octaviano Lame	Asocampo vereda San Ignacio	5 meses	Invierno y verano
	Frijol de vara	Octaviano Lame	Asocampo vereda San Ignacio	5 meses	Verano
	Frijol Cargamanto	6 meses	Patricio Sánchez	Asocampo vereda Las Huacas	Invierno y verano
	Frijol rojo de vara	6 meses	Manuel Esteban Gurrute	Vereda Los Laureles	A verano e invierno
	Frijol cacha amarillo	Carlos Mariaca	San Ignacio Popayán	6 meses	Verano e invierno

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Frijol conga negra	Julio Cesar Calapsú	Puracé	8 meses	Invierno
	Frijol cacha amarillo	Carlos Mariaca	Vereda San Isidro Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol cargamanto	Eriberto Gómez	Vereda las Huacas Popayán	6 meses	Invierno
	Frijol cacha rosado	Patricio Sánchez	Vereda Las Huacas Popayán	5 meses	Invierno y verano
	Frijol de 8 meses	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	8 meses	Invierno y verano
	Frijol rayado de año	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	12 meses	Invierno y verano

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	carmelito	Sandra Sánchez	Vereda La Laguna Popayán	3 meses	verano
	Frijol de vara rojo	Manuel Gurrute	Vereda Los Laureles Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha amarillo	Carlos Mariaca	Vereda San Isidro Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha morado	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha rosado	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	6 meses	Invierno y verano

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Frijol cacha amarillo	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol arbolito rojo	Manuel Gurrute	Vereda Los Laureles Popayán	3 meses	Invierno y verano
	Frijol rojo de vara	Manuel Gurrute	Vereda Los Laureles Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol calima	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	4 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha morado	Carlos Mariaca	Vereda San Isidro Popayán	6 meses	Invierno y verano

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Frijol cacha blanco	Carlos Mariaca	Vereda San Isidro Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha rayado	Carlos Mariaca	Vereda San Isidro Popayán	6 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha morada	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	7 meses	Invierno y verano
	Frijol de vara cenizo	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	3 meses	Invierno y verano
	Frijol cacha cafe	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	3 meses	Invierno y verano

Registro fotográfico	Nombre de la semilla	Nombre del custodio	Procedencia	Ciclo de la siembra a la cosecha	Resistencia
	Frijol de 8 meses	Doris Gurrute	Vereda La Laguna Popayán	8 meses	verano
	Frijol cacha dalmatan	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	7 meses	verano
	Frijol cacha oreja de perro	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	7 meses	verano
	Frijol cargamanto	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	3 meses	verano
	Frijol cacha blanco	Carmen Santiago	Vereda La Laguna Popayán	7 meses	verano

MANEJO ADAPTATIVO DEL TERRITORIO

SUBSISTEMA AGRÍCOLA – BUENAS PRACTICAS PARA LA ADAPTACIÓN Y RESCATE DEL SABER TRADICIONAL- CONOCIMIENTO ENDÓGENO

Especie promisoria de la cultura ancestral para la seguridad alimentaria en la cuenca río las Piedras

La seguridad alimentaria en la cuenca del río Las Piedras, ha sido objeto de trabajo permanente, sin embargo la sostenibilidad de los cultivos se ven amenazados por diferentes factores, entre los que se cuenta el valor de las semillas certificadas, las afectaciones del cambio climático: veranos fuertes con disminución de agua para riego, inviernos largos e intensos, baja resistencia de las plantas a esta situación y por parte de la comunidad baja adopción de técnicas agrícolas que garanticen efectividad de los cultivos.

Por otro lado las comunidades que habitan en sectores rurales no son ajenas al consumismo y cuando antes el carro que los transportaba del campo a la ciudad se iba cargado de comida, ahora es todo lo contrario, el carro regresa de la ciudad cargado de comida. Esta situación ha hecho que se modifique la dieta alimenticia, se pierdan o se disminuya el consumo de ciertos alimentos que ancestral y tradicionalmente formaban parte del menú de las familias.

Hoy los mayores de la cuenca recuerdan como parte del pasado lejano, cuando destinaban un día de la semana o del mes para ir al molino a trillar el trigo; el método de pelar el maíz con legía; la pelada del Umuy o simplemente el consumo de algunos alimentos que van desapareciendo.

El Umuy árbol frondoso, piroresistente, adaptable a la variabilidad climática, nativo de excelente madera y frutos encapsulados en una corteza gruesa y fuerte que contiene una almendra que al procesarla, se extrae una fécula y afrecho que se preparan en diferentes recetas culinarias. Este fruto se tiene conocimiento era parte integral de la cultura culinaria en las comunidades ancestrales de esta región, sin embargo no se tiene mucha información sobre su valor nutricional. La información más antigua data de 1807 cuando en una carta procedente de Popayán al Sabio Caldas de Antonio Arboleda investigador de especies naturales, le comenta que este fruto procesado se consume en las zonas de Silvia en sopas y arepas.

En la Zona de la cuenca de Río Piedras se cuenta que cuando los terrasgueros eran enviados a talar bosque para la ampliación de la ganadería, en las grandes haciendas, ellos dejaban los árboles de Umuy para tener de que alimentarse con la familia.

En el desarrollo del proyecto de Fortalecimiento de capacidades a partir de buenas prácticas para afrontar el cambio climático, se ha trabajado en la investigación sobre especies promisorias. Es así como la familia Muñoz Quilindo del Grupo San Francisco de la vereda San Juan, perteneciente al Cabildo Indígena de Quintana, han desarrollado un trabajo de investigación, sobre los usos del Umuy, aspectos de producción, procesamiento de la almendra y recetas culinarias con el producto.

UMUY O SINDAYO (PANOPSIS POLISTACHYA)

ESPECIE MULTIPROPOSITO PROMISORIA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA RESISTENTE A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

PROCESAMIENTO DEL PRODUCTO

1. Cosechar las semillas, preferiblemente en el árbol.
2. Extraer la almendra con ayuda de una piedra o de segueta.
3. Moler la almendra, agregar agua y sobar con la mano la masa para que suelte todo el almidón.
4. Cernir y dejar el agua leche aparte y el afrecho en otro recipiente.
5. El agua leche se deja asentar y se le bota el agua, dejando la fécula, luego se agrega agua se revuelve y se deja asentar nuevamente. Esto se repite por 6 días, al cabo de los cuales se saca y se pone a secar en un lugar seco y protegiéndolo de contaminación.
6. Con el afrecho se hace el mismo procedimiento que con la fécula, si se quiere una harina más fina se vuelve a moler y cernir.
7. Hemos obtenido 2 productos: fécula y harina de humuy. La fécula nos permite unos procesos delicados con textura suve y la harina un producto apto para elaborar hojaldras, sopas, etc., con algo de fibra.

RECETAS TRADICIONALES Y NUEVAS

COLADA DE UMUY EN LECHE PARA 8 PERSONAS:

INGREDIENTES:

1 litro de leche

2 cuchadas soperas de fécula de umuy

clavos y canela.

Azúcar o panela al gusto

PREPARACIÓN

Se pone a hervir la leche con el dulce , los clavos y la canela; disolver la fécula en un pocillo de leche agregar a la leche hirviendo, mezclar y dejar hervir por 10 minutos sin dejar de revolver. Se puede servir caliente o fría con extracto de frutas.

DULCE DE LECHE CON FECULA DE UMUY

INGREDIENTES:

20 litros de leche de vaca

6 libras de azúcar.

¼ de libra de fécula de umuy.

Clavos, canela

PREPARACIÓN

Poner a hervir la leche con los clavos, la canela y el azúcar 5 minutos después del primer hervor agregar la fécula de umuy disuelta en leche. Dejarla hervir, meneando continuamente hasta que dé punto, este se verifica cuando se hecha una cuchara del dulce en un plato se deja enfriar y voltear no se corre.

SOPA DE UMUY

INGREDIENTES

Receta para 8 personas

¼ de libra de arroz de umuy

1 libra de papa colorada

1 libra de papa parda

carne al gusto

Cebolla, ajo hiervas al gusto.

Sal al gusto.

PREPARACIÓN

Poner a hervir el arroz de umuy en dos litros de agua con la carne; cuando ya este blando se agrega la papa se deja cocinar y se aboba con hiervas, se sirve caliente con cilantro.

PANDEBONO DE UMUY

INGREDIENTES

1 libra queso campesino

1 libra de fécula de umuy

¼ de Mantequilla.

2 cucharadas de azúcar

Sal al gusto

Leche para humedecer

PREPARACION

Se revuelven los ingredientes, se humedece con leche hasta que forme una masa suave y uniforme. Se arman los pandebonos, se colocan en latas untadas de mantequilla y asan con calor moderado

HOJALDRAS DE UMUY

INGREDIENTES

1 libra de arroz de umuy

2 huevos.

Sal al gusto

2 cucharadas de mantequilla.

Una cucharada de azúcar.

Aceite para freír.

PREPARACION

Se remoja el arroz, se amasa con los otros ingredientes, se arman las hojaldras y se fríen en aceite caliente.

BISCOCHOS DE UMUY

INGREDIENTES:

1 libra de almidón de umuy

2 libras de cuajada

1 cucharada de sal

2 cucharadas de azúcar.

5 yemas de huevo

125 gramos de harina de maíz

2 cucharadas de mantequilla.

½ cucharadita de polvo para hornear.

PREPARACIÓN

Mezclar las harinas con las yemas y amasar, si es necesario humedecer con leche continuar amasando y agregar los demás ingredientes, siempre el último debe ser el polvo de hornear. Cuando la masa quede suave se deja reposar, se arman los panes sobre una lata engrasada y se asa en fuego moderado por 15 minutos.

HOJALDRAS DE UMUY CON SABOR A NARANJA

INGREDIENTES

1 Libra de arroz de umuy

2 huevos.

1 Cucharadita de sal.

3 cucharadas de azúcar.

Ralladura y jugo de una naranja.

1 pizca de polvo royal.

Aceite para freír.

PREPARACIÓN

Mezclar y amasar todos los ingredientes agregar leche hasta formar una masa suave, extender la masa con rodillo sobre un plástico engrasado, cortar las hojaldras con formas deseadas, freír en aceite con calor moderado. Servir caliente con una salsa de ají o maní.

TORTA DE UMUY

INGREDIENTES:

1 libra de mantequilla

1 libra de azúcar.

11/2 libra de harina de umuy.

½ libra de harina de trigo.

6 huevos.

Canela en polvo.

Ralladura de limón.

Polvo de hornear.

PREPARACIÓN

Cremar o batir la mantequilla y el azúcar, agregar los huevos uno a uno, incorporar la harina cerniendo para oxigenarla, agregar los demás ingredientes. Verter en molde engrasado y enharinado, asar a temperatura media.

BUÑUELOS DE UMUY

INGREDIENTES:

1 Libra de fécula de umuy.

1 libra de queso campesino.

1 huevo.

1 cucharada de azúcar.

Agua o leche para humedecer.

Sal al gusto.

PREPARACION

Mezclar los ingredientes, amasar suavemente, freír de la siguiente manera:con el aceite no muy caliente se agregan los buñuelos hasta obtener el tamaño ideal, la cantidad de aceite debe cubrir totalmente los buñuelos. Cuando floten se aumenta la temperatura del aceite.

Nota: Este proceso de investigación fue construido con los actores sociales del cabildo de Quintana y asesorado y motivado por Lilia Leonor Torres Dorado quine forma parte del equipo técnico de la Fundación Procuenca Rio las Piedras y coordinado por Liliana Recaman Mejía como investigadora sobre el manejo adaptativo del Territorio.

Anexo 4. Conversatorios y talleres comunitarios

Conversatorio 1 para identificación de prácticas de adaptación herramienta ASAC con los diferentes actores sociales a través de talleres

El conversatorio 1 realizado en el auditorio de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. contó con la participación de los

representantes de las organizaciones sociales que hacen parte de este piloto, encuestadores, equipo técnico CIAT-CCAFS, equipo técnico Fundación río Piedras y la investigadora. Entre los objetivos de este primer conversatorio está el dar conocer a las organizaciones sociales de que se trata la aplicación del Marco de Priorización de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) en la cuenca alta del río Cauca, los avances realizados en la identificación de prácticas ASAC para la región, así como los indicadores y una primera capacitación para el llenado de las planillas que posteriormente se ajustarán de común acuerdo con los participantes del piloto.

Objetivos del conversatorio 1:

- Socializar los avances del proyecto con los representantes de los grupos de actores claves en la zona de interés.

- Validar la información relacionada con las prácticas ASAC implementadas en las áreas de interés y los indicadores seleccionados para la evaluación de las prácticas.

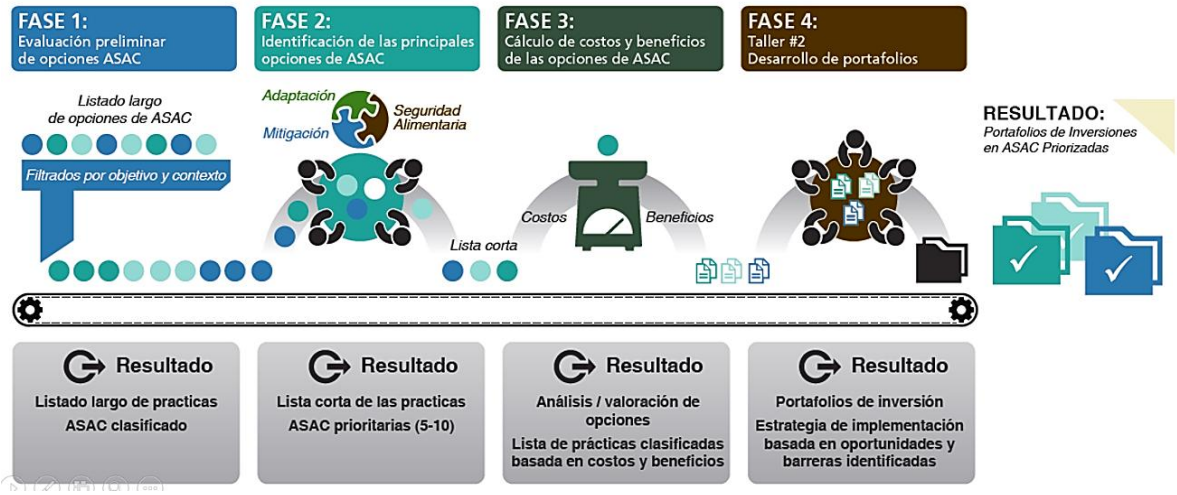
- Construir capacidad para la colección participativa de información sobre las prácticas ASAC y sus beneficios por parte de los líderes comunitarios, encuestadores, promotores del proyecto y la investigadora para el desarrollo del manejo adaptativo del territorio.

El Marco de Priorización en Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) desarrollado por CIAT - CCAFS y Fundación río Piedras, ayuda a identificar prácticas ASAC existentes y promisorias, a calcular y analizar sus costos y beneficios, e identificar posibles barreras de adopción y aplicación en el proceso de investigación sobre el manejo adaptativo del territorio, que se adelanta como caso de estudio en la cuenca Piedras.

Marco de priorización de prácticas de agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC)

La implementación de esta metodología se desarrolla como fase piloto en la cuenca alta del río Cauca con familias de agricultores indígenas y campesinas que vienen participando en el proyecto: Información climática al alcance de los agricultores para apoyar el proceso de toma de decisiones en su actividad agrícola en el Cauca fases 1 y actualmente fase 2 aplicando metodología ASAC.

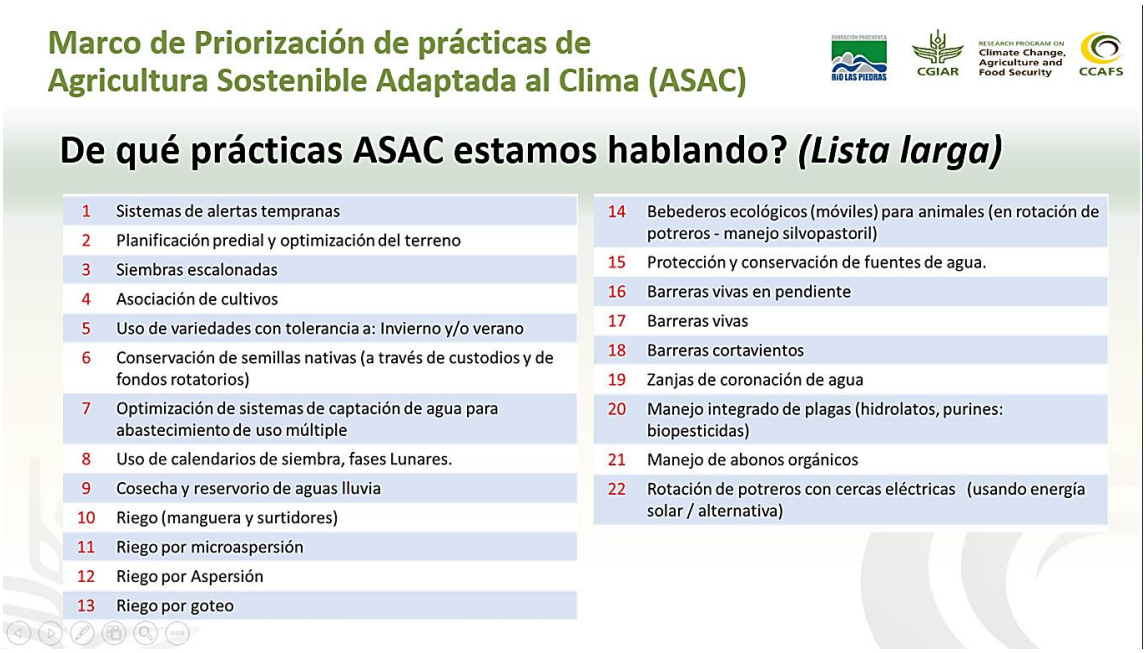
Entre los principales sistemas productivos seleccionados para desarrollar el piloto se encuentran frijol, maíz, papa, misceláneos, ganadería y especies menores, que corresponden a las principales actividades agropecuarias que desarrollan los agricultores de la región.



Fases del marco de priorización.

El marco de priorización se desarrolla en cuatro fases, en donde los resultados se refinan con los de la fase anterior. En la fase 1 se realiza de manera participativa una evaluación preliminar de opciones ASAC, de donde se obtiene un listado largo de estas de prácticas, las cuales son valoradas en campo respecto a indicadores según los pilares Productividad, Adaptación y Mitigación. Un indicador es un instrumento de medición basado en hechos y datos que permite evaluar una práctica agropecuaria, para asegurar el cumplimiento de los objetivos; es lo que se quiere medir, por ejemplo el tiempo o el rendimiento; pero para medirlo se necesita una unidad de medida que se refiere al cómo se mide el indicador, que puede ser en horas/día o kg/ha.

En la fase 2 de manera participativa se identifican las principales opciones según los resultados obtenidos en la fase 1, generando una lista corta de las prácticas ASAC prioritarias (5-10). La fase 3 consiste en analizar el costo – beneficio del listado corto de prácticas ASAC, teniendo en cuenta literatura científica, conocimiento de expertos y datos primarios. En la fase 4 se desarrollan los portafolios de inversión con estrategias de implementación, basadas en oportunidades y barreras de adopción.



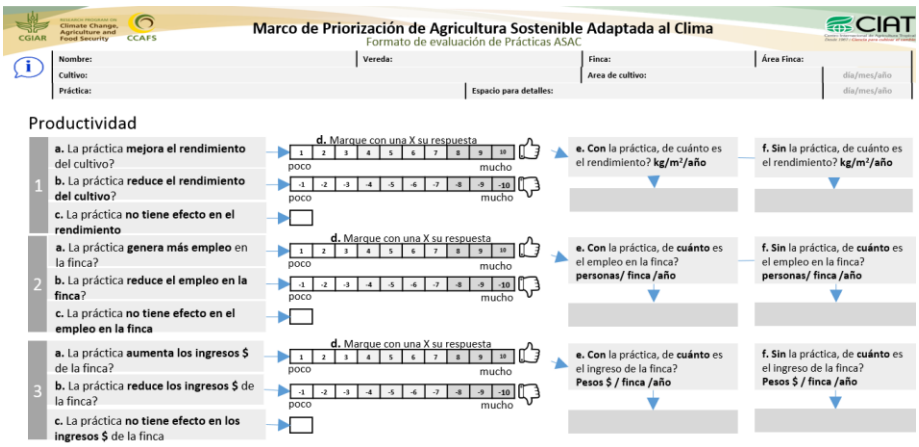
Marco de Priorización de prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC)

De qué prácticas ASAC estamos hablando? *(Lista larga)*

1	Sistemas de alertas tempranas
2	Planificación predial y optimización del terreno
3	Siembras escalonadas
4	Asociación de cultivos
5	Uso de variedades con tolerancia a: Invierno y/o verano
6	Conservación de semillas nativas (a través de custodios y de fondos rotatorios)
7	Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple
8	Uso de calendarios de siembra, fases Lunares.
9	Cosecha y reservorio de aguas lluvia
10	Riego (manguera y surtidores)
11	Riego por microaspersión
12	Riego por Aspersión
13	Riego por goteo
14	Bebederos ecológicos (móviles) para animales (en rotación de potreros - manejo silvopastoril)
15	Protección y conservación de fuentes de agua.
16	Barreras vivas en pendiente
17	Barreras vivas
18	Barreras cortavientos
19	Zanjas de coronación de agua
20	Manejo integrado de plagas (hidrolatos, purines: biopesticidas)
21	Manejo de abonos orgánicos
22	Rotación de potreros con cercas eléctricas (usando energía solar / alternativa)

Prácticas ASAC.

En el desarrollo de la fase 1 del Marco de Priorización se obtuvo un listado largo de prácticas ASAC como resultado de reuniones entre un equipo multidisciplinario con experiencia y conocimiento en la zona y representantes de las organizaciones comunitarias, las prácticas ASAC aquí identificadas que se socializan en el conversatorio 1 ante representantes de las organizaciones comunitarias y agricultores con experiencia y conocimientos en estos temas para realizar posteriores ajustes de ser necesario.



Marco de Priorización de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima
Formato de evaluación de Prácticas ASAC

Nombre: | Vereda: | Finca: | Área Finca:
Cultivo: | Area de cultivo:
Práctica: | Espacio para detalles:

Productividad

1 a. La práctica **mejora el rendimiento** del cultivo? — d. Marque con una X su respuesta (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10; poco – mucho) — e. **Con** la práctica, de cuánto es el rendimiento? **kg/m²/año** — f. **Sin** la práctica, de cuánto es el rendimiento? **kg/m²/año**
b. La práctica **reduce el rendimiento del cultivo**? (-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10; poco – mucho)
c. La práctica **no tiene efecto en el rendimiento**

2 a. La práctica **genera más empleo** en la finca? — d. Marque con una X su respuesta (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10; poco – mucho) — e. **Con** la práctica, de **cuánto** es el empleo en la finca? **personas/ finca /año** — f. **Sin** la práctica, de **cuánto** es el empleo en la finca? **personas/ finca /año**
b. La práctica **reduce el empleo en la finca**? (-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10; poco – mucho)
c. La práctica **no tiene efecto en el empleo en la finca**

3 a. La práctica **aumenta los ingresos $** de la finca? — d. Marque con una X su respuesta (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10; poco – mucho) — e. **Con** la práctica, de **cuánto** es el ingreso de la finca? **Pesos $ / finca /año** — f. **Sin** la práctica, de **cuánto** es el ingreso de la finca? **Pesos $ / finca /año**
b. La práctica **reduce los ingresos $** de la finca? (-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10; poco – mucho)
c. La práctica **no tiene efecto en los ingresos $** de la finca

Formato de evaluación de prácticas ASAC.

Como actividad final del Conversatorio 1, se realizó una primera capacitación a los encuestadores para el manejo y llenado de los formatos de evaluación de las prácticas ASAC; en este ejercicio los encuestadores tienen la oportunidad que conocer el formato, realizar un ejercicio práctico para familiarizarse con la encuesta, solucionar dudas y generar sugerencias que permitan capturar la información de manera más eficiente.

Para el desarrollo de este piloto del Marco de Priorización de prácticas ASAC, la información general y la evaluación a las prácticas es proporcionada por los agricultores de la región, de acuerdo con su percepción de cada medida frente a los indicadores; el grupo de encuestadores fue seleccionado por las organizaciones comunitarias, que contará con el acompañamiento y apoyo del equipo técnico CIAT – CCAFS – Fundación río Piedras.

Al finalizar el conversatorio se acordó realizar un ejercicio piloto del llenado de la encuesta en campo, pera solo participarían el equipo técnico del proyecto y todos los encuestadores que ya han sido seleccionados por su comunidad para tal fin. Se incluyó adicionalmente la encuesta de la investigación sobre el manejo adaptativo del territorio, para indagar como las buenas prácticas contribuyen al ordenamiento del territorio, quién enseñó, quiénes participan, si la práctica es fácil de mantener y si se puede replicar con la comunidad.

Piloto para el llenado de encuesta en campo

Antes de dar inicio al levante de información, se consideró necesario realizar un piloto en campo para ultimar detalles y hacer los últimos ajustes necesarios al formato de evaluación.

Aplicación en campo del piloto del formato de evaluación.

La reunión se realizó en la vereda Las Huacas, Municipio de Popayán, predio El Oasis del señor Evelio Campo, quien es un agricultor asociado a Asocampo. Evelio Campo presenta su finca ante el grupo participante que está conformado por el equipo técnico CIAT – CCAFS – Fundación rio Piedras y el grupo de encuestadores. Este piloto inicia explicando los componentes de los formatos y para el ejercicio práctico se toma como ejemplo la Práctica ASAC o medida adaptativa PLANIFICACIÓN PREDIAL con la que se analizan las preguntas generales de la guía N° 1, que luego de común acuerdo se decide fusionar con el formato de evaluación de prácticas ASAC y de la investigación. Quienes participaron de la investigación firmaron un documento de consentimiento informado

Aplicación en campo del formato de evaluación.

Los encuestadores hacen este ejercicio práctico alternando el turno para realizar las preguntas del formato de evaluación, en este caso para la medida Planificación Predial. Se logra que todos los encuestadores tengan la oportunidad de efectuar preguntas del formato y de esta manera verificar en grupo las dificultades que se están presentando al ejecutar la encuesta, como indicadores que no aplican a la práctica ASAC, reorganizar algunas preguntas, incluir en todos los indicadores un espacio para observaciones. Con el grupo se acordaron fechas de entrega de planillas con todas las modificaciones sugeridas, para iniciar el llenado de los formatos de las prácticas ASAC así como la entrega de estos ya sistematizados para iniciar los análisis correspondientes.

Conversatorio 2: Herramientas de priorización de inversiones en agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC) en la cuenca alta del río Cauca y sobre el manejo adaptativo del territorio en el marco de la investigación.

Objetivo

Discutir y validar el enfoque del proyecto Marco de Priorización de ASAC en la cuenca alta del río Cauca, con actores del sector agropecuario y priorizar prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC).

Apertura: Contextualización del trabajo en agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC) en el marco de la gestión integral del recurso hídrico

Liliana Recaman explica los antecedentes del proceso de gestión participativa en la cuenca Piedras, a través del desarrollo de planes de manejo ambiental en pro de la gestión integral del recurso hídrico, trabajando articuladamente con los grupos comunitarios que habitan las principales cuencas que abastecen de agua el municipio de Popayán. Se destaca la participación activa de los actores comunitarios como asociaciones campesinas, resguardos indígenas y juntas de acción comunal

en la implementación de medidas adaptativas frente al cambio y la variabilidad climática, con un enfoque integral en agricultura sostenible adaptada al clima.

Para desarrollar estos procesos, la Fundación Procuenca río Las Piedras y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., han generado alianzas para fortalecer las capacidades institucionales y comunitarias en la gestión integral del recurso hídrico, con aliados como Las Naciones Unidas a través del Programa Conjunto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático, IDEAM y GIZ en la Caracterización de Sistemas Productivos y Fase Piloto del Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas, y actualmente el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT programa CCFAS en Información del Clima al Alcance de los Agricultores Para Apoyar el Proceso de Toma de Decisiones en su Actividad Agrícola en el Cauca.

Se ha logrado conformar comités locales de gestión del riesgo agroclimático con la alianza de custodios de las comunidades indígenas y campesinas; estas son familias que en sus parcelas monitorean el clima con instrumentos manuales, realizan seguimiento a bioindicadores climáticos, mejoran la producción de alimentos y semillas en las parcelas y evalúan medidas de adaptación a la variabilidad y al cambio climático.

Con el fin de conocer a tiempo lo que sucederá con el estado del tiempo en los próximos meses y generar recomendaciones de tipo agroclimático, en la actualidad se desarrollan mensualmente Mesas Técnicas de Pronósticos Agroclimáticos, que cuentan con la participación de actores institucionales y representantes comunitarios. En la Mesa se presentan pronósticos a nivel internacional, nacional, regional y local, así como las evaluaciones agroclimáticas que se realizan teniendo en cuenta estos pronósticos para que después de manera participativa se generen recomendaciones, también se realizan jornadas de capacitación en temas de interés para los participantes a la Mesa

Liliana Recaman Mejía. Coordinadora técnica de la Fundación Procuenca río Las Piedras y jefe de la División Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. e investigadora del proyecto doctoral sobre el manejo adaptativo del territorio.

Contextualización del trabajo en América Latina en Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC)

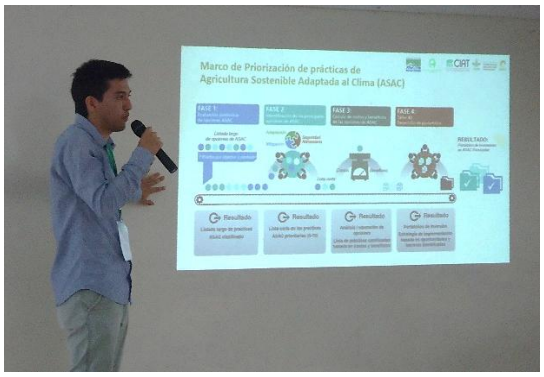
CCAFS es el programa de Investigación en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria: una iniciativa de CGIAR y FutureEarth. El objetivo de este programa es superar las amenazas que el cambio climático impone sobre la agricultura y la seguridad alimentaria, explorando maneras innovadoras para ayudar a que las comunidades rurales se ajusten a los cambios globales del clima.

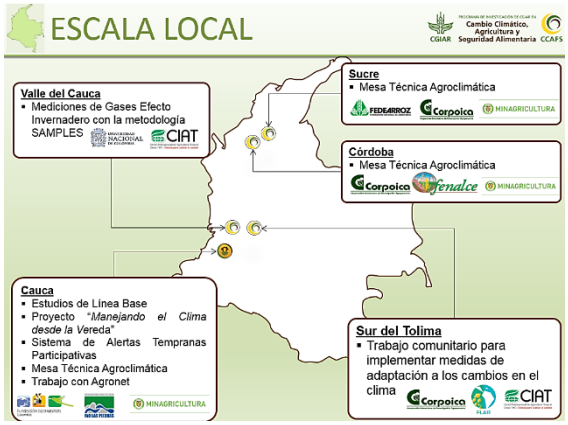
A nivel mundial, CCAFS trabaja con los centros de investigación que hacen parte del Consorcio CGIAR, especializados en diferentes ramas de la agricultura y es liderado

por el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT que es miembro del CGIAR. Se busca generar conocimientos y productos científicos que respondan a las necesidades y prioridades de los actores del sector agropecuario.

En Colombia están en curso actividades en Sucre, Córdoba, Sur del Tolima, Valle del Cauca y Cauca; en el departamento del Cauca se trabaja en Estudios de Línea Base con proyectos como el Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas SAATP, Manejando el Clima desde la Vereda y el desarrollo de Mesas Técnicas de Pronósticos Agroclimáticos, identificando como socio clave a la Fundación Procuenca río Las Piedras.

Miguel Lizarazo. Investigador del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) programa Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS).





Introducción al taller: Presentación del concepto de ASAC y el marco de priorización de prácticas ASAC (MP-ASAC) en la cuenca alta del río Cauca

La Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) representa la ambición de mejorar la integración de la capacidad de respuesta al cambio climático con la planificación del desarrollo agropecuario. ASAC incluye técnicas tradicionales así como prácticas, programas y políticas innovadoras, su amplia adopción puede crear paisajes sostenibles y servir de impulso hacia sistemas productivos sostenibles y adaptados al clima, pero lograr esto requiere la integración de ASAC a diferentes niveles desde la finca hasta la planificación nacional y regional (CIAT, 2014).

ASAC permite un enfoque para desarrollar las condiciones técnicas, de políticas e inversión con el fin de lograr el desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático. Con ASAC se busca incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas, desarrollar capacidades de adaptación al cambio climático y reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero donde sea posible.

El Marco de Priorización de prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) se desarrolla en la cuenca alta del río Cauca, en un proceso liderado por la Fundación Procuenca río Las Piedras y el CIAT programa CCAFS, con la participación de los cabildos indígenas de Quintana, Poblazón y Puracé; Asociaciones campesinas Asocampo, Asoproquintana y Arpam; juntas de acción comunal de las veredas El Hogar y Pisojé; autoridades locales, administraciones municipales de Popayán y Puracé; participante de las Mesas Técnicas instituciones públicas, secretarías, universidades y ONGs.

El marco de priorización usa un enfoque de cuatro fases, a través del proceso de filtrado de la lista de prácticas ASAC, en un portafolio de prácticas prioritarias. Las fases son aditivas y en cada una se refina el resultado anterior (CIAT, 2014).

En la fase 1, Evaluación de prácticas ASAC, se identifica el alcance de la inversión en términos de área geográfica, retos a enfrentar y prácticas relacionadas con los resultados esperados por los beneficiarios. Una lista de prácticas asociadas al

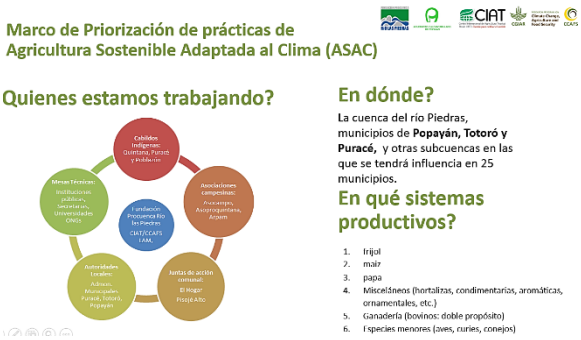
alcance es creada y evaluada basándose en indicadores de los resultados esperados, respecto a los pilares ASAC (Productividad, Adaptación y Mitigación).

En la fase 2, Identificación de mejores opciones ASAC, se validan los objetivos y priorizan prácticas de una lista larga. El análisis de los indicadores provee la base para discutir las disyuntivas entre el logro de los objetivos ASAC, resultados esperados por los participantes y barreras de adopción.

En la fase 3, Cálculo de costos y beneficios de las prácticas ASAC, se realizan análisis de costo-beneficio para cada una de las prácticas en la lista corta, priorizada en la fase 2.

En la fase 4, Desarrollo de portafolios, los actores se reúnen para seleccionar prácticas ASAC para su inclusión en portafolios de inversión.

Miguel Lizarazo. Investigador del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) programa Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS).



Socialización de avances previos: presentación de resultados de la encuesta de evaluación participativa de prácticas ASAC y lecciones aprendidas

El origen de las prácticas ASAC, permite hacer un recuento del enfoque de la gestión integral del recurso hídrico, experiencia desarrollada por 25 años en las cuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Popayán y para los habitantes de las cuencas, donde se resalta el enfoque socio - ambiental con que se ha mirado el territorio, de la mano de las diferentes organizaciones sociales que se han venido fortaleciendo al interior de sus comunidades, buscando autonomía organizativa, alimentaria y de manejo del entorno.

Se hace un recuento de las actividades desarrolladas partiendo de la planificación predial, enfocando acciones de: ampliación de coberturas, de protección, fortalecimiento de la producción limpia, gestión del riesgo, saneamiento básico y los resultados en alertas agroclimáticas tempranas participativas, donde se resalta el trabajo desarrollado por las familias custodias de semillas, quienes monitorean el clima, rescatan semillas nativas, cultivan orgánicamente, desarrollan medidas de adaptación al cambio y la variabilidad climática y comercializan productos en el mercado orgánico de cada mes. Estas prácticas se seleccionan, se describen y se inicia un proceso de valoración mediante encuestas, con la participación de encuestadores de la región, con el propósito de buscar fortalecimiento comunitario en apropiación de las mismas y valoración del trabajo de las comunidades para propiciar las réplicas.

Teniendo en cuenta el resultado de los trabajos desarrollados en las diferentes zonas, se seleccionaron las prácticas a encuestar por familias y encuestador, programando en total 131 encuestas.

Para complementar la presentación, se dio participación a los encuestadores para indagar sobre lecciones aprendidas en la aplicación del instrumento, dando reconocimiento al trabajo desarrollado y a los logros en el proceso; se considera que para ellos fue una experiencia que les permitió conocer el trabajo de las familias, los avances y logros; se encuentra dificultad en el manejo de costos de producción, por la dificultad de las comunidades para documentar las experiencias. Se comenta

además que las familias priorizan la necesidad de trabajar en el acceso al agua, dando menos importancia al recurso suelo, el cual sufre procesos erosivos.

Lilia Torres. Fundación Procuenca río Las Piedras convenio CIAT - CCAFS

ENFOQUE SOCIO- AMBIENTAL

FORTALECIMIENTO SOCIAL

SEGURIDAD ALIMENTARIA

PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

AMPLIACIÓN DE COBERTURAS DE ÁREAS DE INTERÉS AMBIENTAL

PRODUCCIÓN LIMPIA

ALERTAS AGROCLIMÁTICAS

SANEAMIENTO BÁSICO

GESTIÓN DEL RIESGO

Criterios para la selección de las prácticas

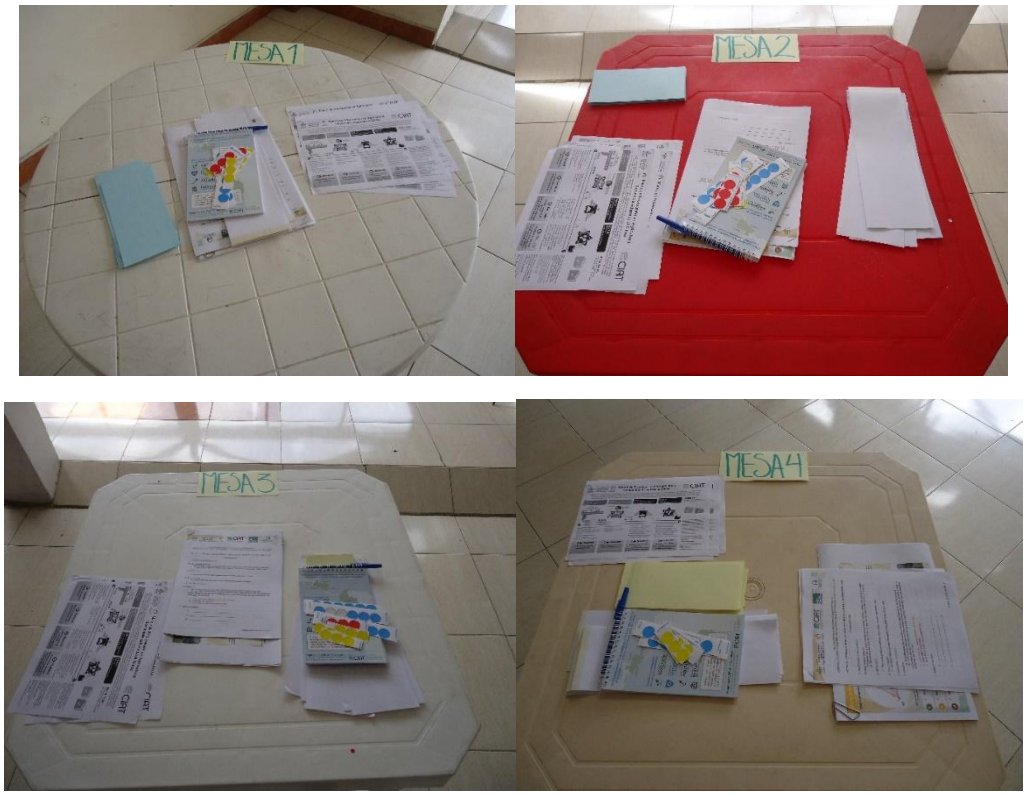
1. Que sea aceptada/ reconocida por las comunidades en el marco respeto por las costumbres y tradiciones
2. Que respete las normas de acceso a la tierra
3. Que utilice tecnologías accesibles, replicables y replicables (adaptado, factible, asequible, disponibilidad de insumos, viabilidad técnica)
4. Que promueva una buena gestión del agua y el suelo
5. Que aporte beneficios económicos y ambientales
6. Que contribuya la producción y la autosuficiencia alimentaria
7. Que contribuya a la diversificación de las actividades agrícolas y fuentes de ingresos de los productores
8. Que promueva respeto por el género
9. Que sean fácilmente replicables y con elementos de fácil consecución
10. Que sean sostenibles en el tiempo.
11. Que sea multipropósito.

Definición y discusión de sistemas productivos, sus principales problemáticas y criterios socioeconómicos, culturales y ambientales para la selección de prácticas ASAC

Esta sesión se divide en dos etapas, una etapa A donde de manera participativa se seleccionan los sistemas productivos de interés y una etapa B con mesas de trabajo en donde se discuten los criterios socioeconómicos, culturales y ambientales que permitirán sustentar las bases para la priorización de las prácticas ASAC en la cuenca alta del río Cauca.

Etapa A: Priorización de los principales sistemas productivos en la cuenca alta del río Cauca

Para esta actividad se conformaron cuatro mesas de trabajo, de las cuales harían parte productores, líderes campesinos e indígenas, custodios, instituciones públicas y privadas, además de representantes del equipo técnico de la Fundación Rio Piedras y CIAT/CCAFS.



En cada una de las mesas los participantes cuentan con una guía detallada del taller, información general sobre el Marco de priorización en ASAC, fichas para actividades posteriores y puntos adhesivos de diferentes colores.

Los puntos adhesivos de color amarillo, azul y rojo se utilizan para la primera actividad del taller, que consiste en seleccionar los sistemas productivos que los participantes creen son de mayor importancia para la seguridad alimentaria de la región.

Puntos amarillos: Lideres, custodios y promotores.
Puntos azules: Productores.
Puntos rojos: Instituciones.

A continuación los participantes votan colocando su punto adhesivo al pie de la imagen de cada sistema productivo, que consideran de mayor importancia. Esto con el fin de priorizar los principales sistemas productivos en la cuenca alta del Rio Cauca.

Selección de los sistemas productivos según su importancia

De esta actividad se obtuvieron los siguientes resultados

Calificación por colores de la importancia de los sistemas productivos

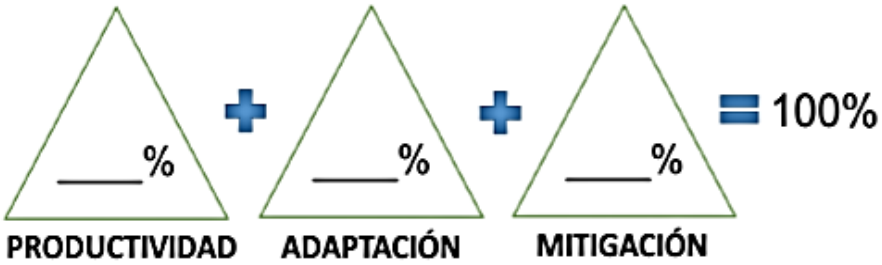
El sistema productivo con la mayor votación obtenida es Misceláneos con 19 puntos, este resultado muestra que tanto para agricultores como para instituciones, es muy importante mantener una variedad en la producción para afrontar los efectos del cambio y la variabilidad climática, el siguiente sistema productivo con 10 puntos es Ganadería, esto porque en la cuenca alta del rio Cauca la producción ganadera ocupa un lugar muy importante como fuente de ingresos para sus familias, luego el Maíz con 6 puntos, Papa y especies menores con 5 puntos y por último Frijol con 1 punto, son los sistemas productivos con la votación más baja de acuerdo a la opinión de los participantes.

Etapa B: Discusión de los criterios Socioeconómicos, Culturales y Ambientales para la priorización.

Esta actividad consiste en que los participantes por mesas de trabajo discutan su rol dentro de los pilares (ASAC), principales sistemas productivos y problemáticas más importantes de la región, así como los criterios socioeconómicos, culturales y ambientales relevantes.

Con este ejercicio se pretende lograr la identificación de las principales problemáticas y criterios socioeconómicos y ambientales para la selección de prácticas ASAC.

Para iniciar los participantes de cada mesa asignan un porcentaje (%) a los pilares ASAC de mayor interés para ellos: Productividad, Adaptación y Mitigación.



POR QUÉ:

Discusión de los criterios Socioeconómicos, Culturales y Ambientales para la priorización

Resultado:

MESA	PRODUCTIVIDAD	ADAPTACIÓN	MITIGACIÓN	POR QUÉ
1	20%	30%	50%	Es importante minimizar los impactos para facilitar la adaptación e incrementar la productividad hasta tal punto que garantice la subsistencia.
2	30%	60%	10%	Cuando implementamos bien una medida de adaptación, directa o indirectamente aumentamos la productividad y disminuimos la mitigación.
3	33.5%	32.1%	34.2%	Es necesario disminuir las afectaciones del cambio y la variabilidad climática para que la adaptación y la productividad sean un resultado de la mitigación.
4	30%	40%	30%	Los tres pilares son importantes para el logro de un equilibrio en la producción sostenible de la agricultura y la ganadería, las medidas de adaptación son la base de la producción sostenible.

Resultados Discusión de los criterios Socioeconómicos, Culturales y Ambientales para la priorización

Los resultados de este ejercicio muestran que el pilar ASAC de mayor interés es el de Adaptación, la mesa 2 le asignó un valor de 60% y la mesa 4 un valor de 40%, las mesas 1 y 3 le asignaron a este pilar 30% y 32.1% respectivamente, en general el pilar Adaptación obtuvo los valores más altos con justificaciones como: “cuando hay adaptación se incrementa la productividad y disminuye la mitigación”, así mismo la mesa 4 opinó que la Adaptación es la base para la producción sostenible y asignaron un 40% para este pilar. Solo para la mesa 1 es más importante la mitigación con un 50%, pero el segundo lugar es para Adaptación con un 30%, aquí se analizó que primero minimizando los impactos se facilitaría la adaptación y luego la productividad.

A continuación las mesas de trabajo identifican las principales problemáticas que enfrenta la cuenca alta del Rio Cauca, en donde se destacan el recurso hídrico que en épocas de pocas precipitaciones ve reducida su oferta, además la erosión o deterioro del suelo identificado como recurso, causado por actividades de ganadería extensiva, quemas incontroladas, deforestación, siembras y labranzas inadecuadas.

Resultados

MESA 1	MESA 2
Escases de agua en verano. Deterioro de fuentes hídricas. Erosión por actividades ganaderas. Quemas y deforestación.	
MESA 3	**MESA 4**
Ganadería extensiva. Baja productividad. Deterioro del recurso suelo y disminución del recurso hídrico.	Erosión, quemas incontroladas, sistemas de siembra inadecuados. Deforestación, prácticas de labranza mínima sin aplicación. Sentido de pertenencia de comunidades.

Resultados Adaptación

En la siguiente actividad las mesas de trabajo eligen de entre un listado de diez criterios de selección de medidas de adaptación al cambio y la variabilidad climática, los que consideren más importantes para priorizar prácticas ASAC, teniendo en cuenta las problemáticas de la cuenca alta del río Cauca previamente identificadas.

En el siguiente cuadro se puede observar la selección de los criterios priorizados por cada mesa (X) y de color verde los criterios seleccionados a nivel general totalizando los resultados de las cuatro mesas.

N°	CRITERIOS	MESA			
		1	2	3	4
1	Que sea aceptada/reconocida por la comunidad en el marco del respeto por las costumbres y tradiciones	X	X	X	X
2	Que respete las normas de acceso a la tierra	X			
3	Que utilice tecnologías accesibles y replicables (adaptado, factible, asequible, disponibilidad de insumos, viabilidad técnica)	X	X		X
4	Que promueva una buena gestión del agua	X	X	X	X
5	Que aporte beneficios económicos y ambientales				
6	Que contribuya la producción y la autosuficiencia alimentaria			X	X
7	Que contribuya a la diversificación de las actividades agrícolas y fuentes de ingresos de los productores	X	X	X	
8	Que promueva respeto por el genero				
9	Que sean sostenibles en el tiempo		X	X	X
10	Que sea multipropósito				
	Otros				

Selección de criterios priorizados

Presentación de resultados de la evaluación de los indicadores de prácticas ASAC: beneficios en productividad, adaptación y mitigación

La evaluación de los indicadores de prácticas ASAC de la cuenca alta del río Cauca, se realizó con los agricultores que implementan estas prácticas en sus fincas o parcelas. A continuación se presentan los resultados promedio de las prácticas respecto a los tres indicadores evaluados.

	Productividad	Adaptación	Mitigación	Promedio
Práctica	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación
Column1	Column2	Column3	Column4	Column5
Protección y conservación de fuentes de agua	6.1	7.6	3.0	5.6
Cosecha y reservorio de aguas lluvias	5.9	5.7	3.0	4.9
Optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple	4.9	4.8	4.0	4.6
Abonos orgánicos	4.9	4.0	4.0	4.3
Planificación predial y optimización del terreno	4.8	4.9	3.0	4.2
Conservación de semillas nativas (a través de custodios y de fondos rotatorios)	4.5	5.1	3.0	4.2
Sistemas de alertas tempranas participativas	4.4	5.8	2.0	4.1
Biopreparados para control de plagas y enfermedades	4.8	3.3	4.0	4.0
Asociación de cultivos	4.2	3.8	4.0	4.0
Uso de especies con tolerancia a inundación / sequía	4.8	4.1	3.0	4.0
Uso de calendarios de siembra, fases Lunares	6.1	3.8	2.0	4.0
Bebederos ecológicos (móviles)	2.3	5.5	3.0	3.6
Riego (Goteo ó Microaspersión)	3.6	4.1	3.0	3.6
Barreras vivas	2.2	3.2	5.0	3.5
Siembras escalonadas	4.3	2.9	3.0	3.4
Zanjas de drenaje de agua	3.3	5.5	1.0	3.3
Rotación de potrero con cercas eléctricas (usando energía solar)	4.3	-1.6	4.0	2.2

Resultados indicadores de prácticas ASAC.

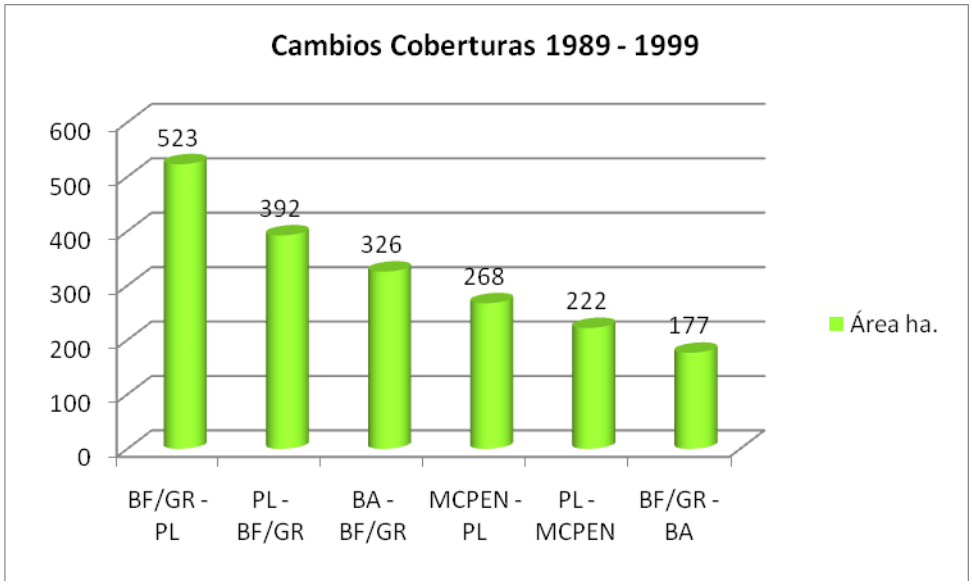
De acuerdo con el gráfico anterior, las tres primeras prácticas con los valores promedio más altos son: Protección y conservación de fuentes de agua, cosecha y reservorio de aguas lluvias y optimización de sistemas de captación de agua para abastecimiento de uso múltiple, estas prácticas tienen en común el componente recurso hídrico que fue identificado por los agricultores como una de las problemáticas más importantes en la cuenca alta del río Cauca, en épocas donde las precipitaciones disminuyen. Como el componente agua es de vital importancia para

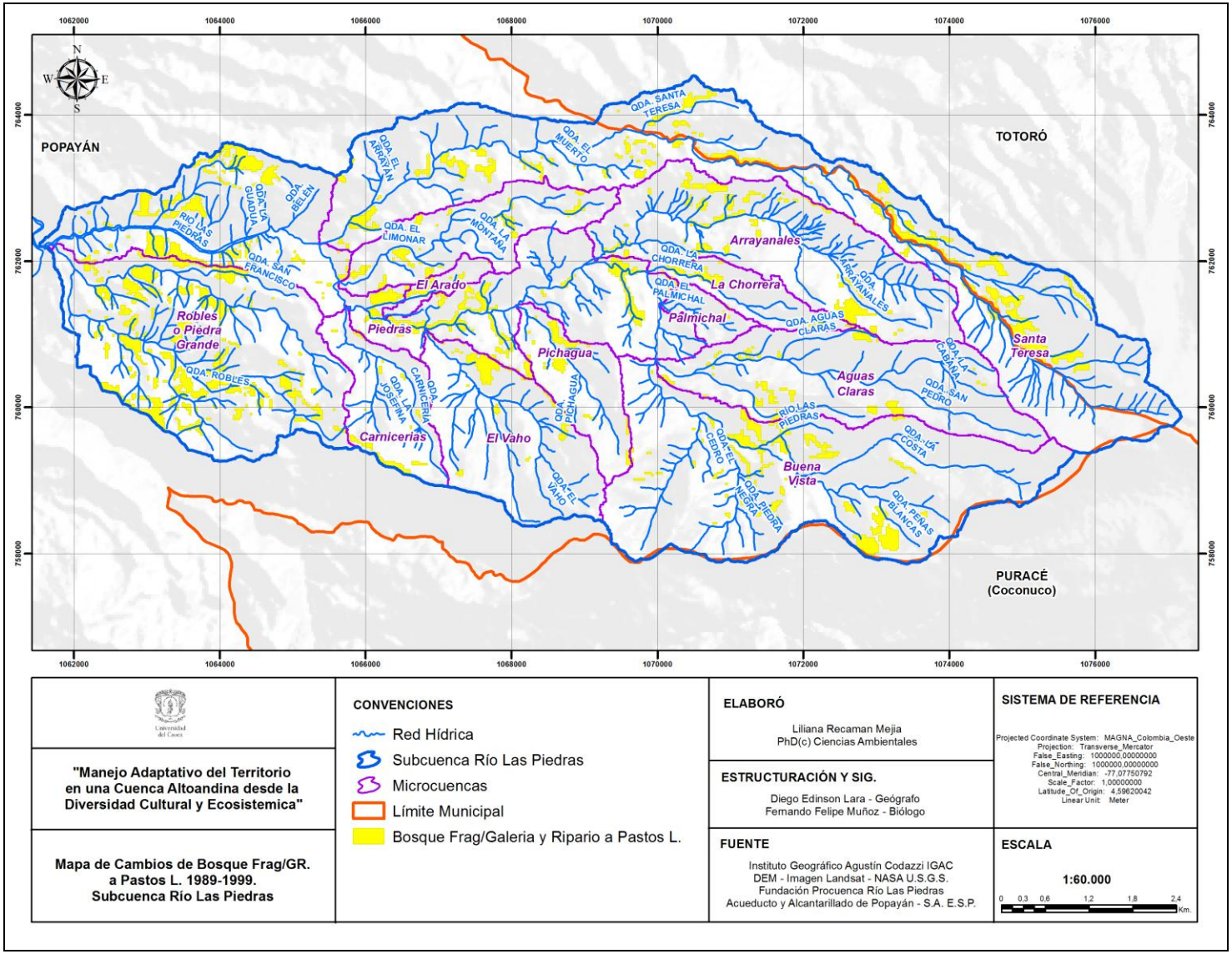
el desarrollo de los sistemas productivos, las prácticas ASAC que promuevan la conservación, almacenamiento y optimización de este recurso, siempre tendrán buena acogida entre los distintos actores de la región; estas prácticas también están en las primeras posiciones porque los resultados han sido satisfactorios y los agricultores que las han implementado pueden dar testimonio de esto.

La práctica abonos orgánicos en cuarta posición ha obtenido buenos resultados según los agricultores, porque para su elaboración se utilizan insumos que estén a disposición en la finca o parcela, con esto se fomenta una producción limpia, libre de agroquímicos y ya no es necesario comprar abonos porque se producen en la finca.

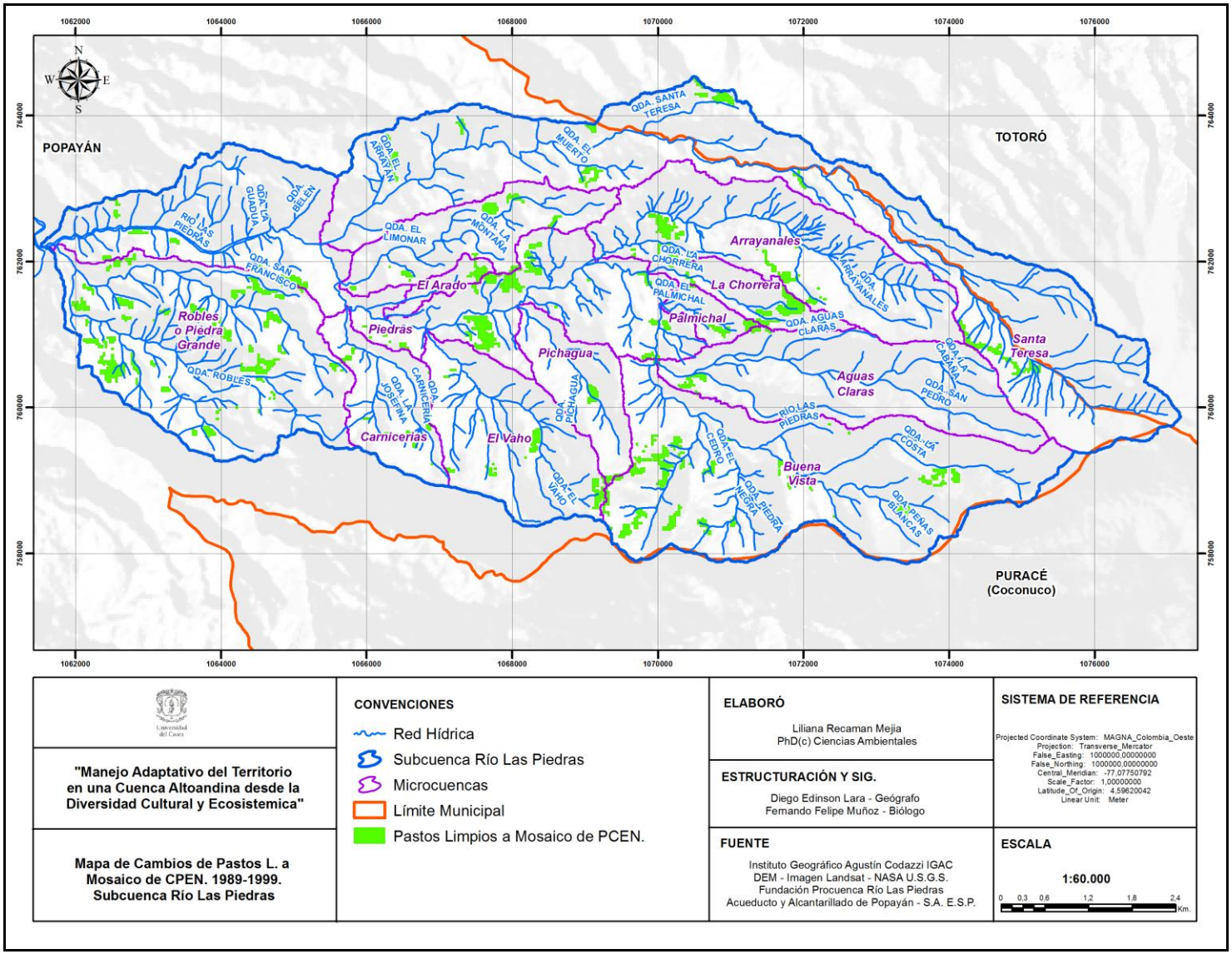
La planificación predial es la siguiente práctica según los resultados promedio de la evaluación, continúa la conservación de semillas nativas que tiene como objetivo preservar y multiplicar las especies o variedades además de identificar su resistencia a eventos climáticos extremos. Conocer el clima local actualmente es muy importante, por esto la Práctica Sistema de Alertas Agroclimáticas también ha tenido buena acogida porque se trata de generar alertas que permitan prepararse mejor ante las distintas eventualidades de tipo climático que pueden suceder en los próximos meses.

Anexo 5. Cambios de coberturas y análisis de ganancias pérdidas y persistencias 1989 – 2016

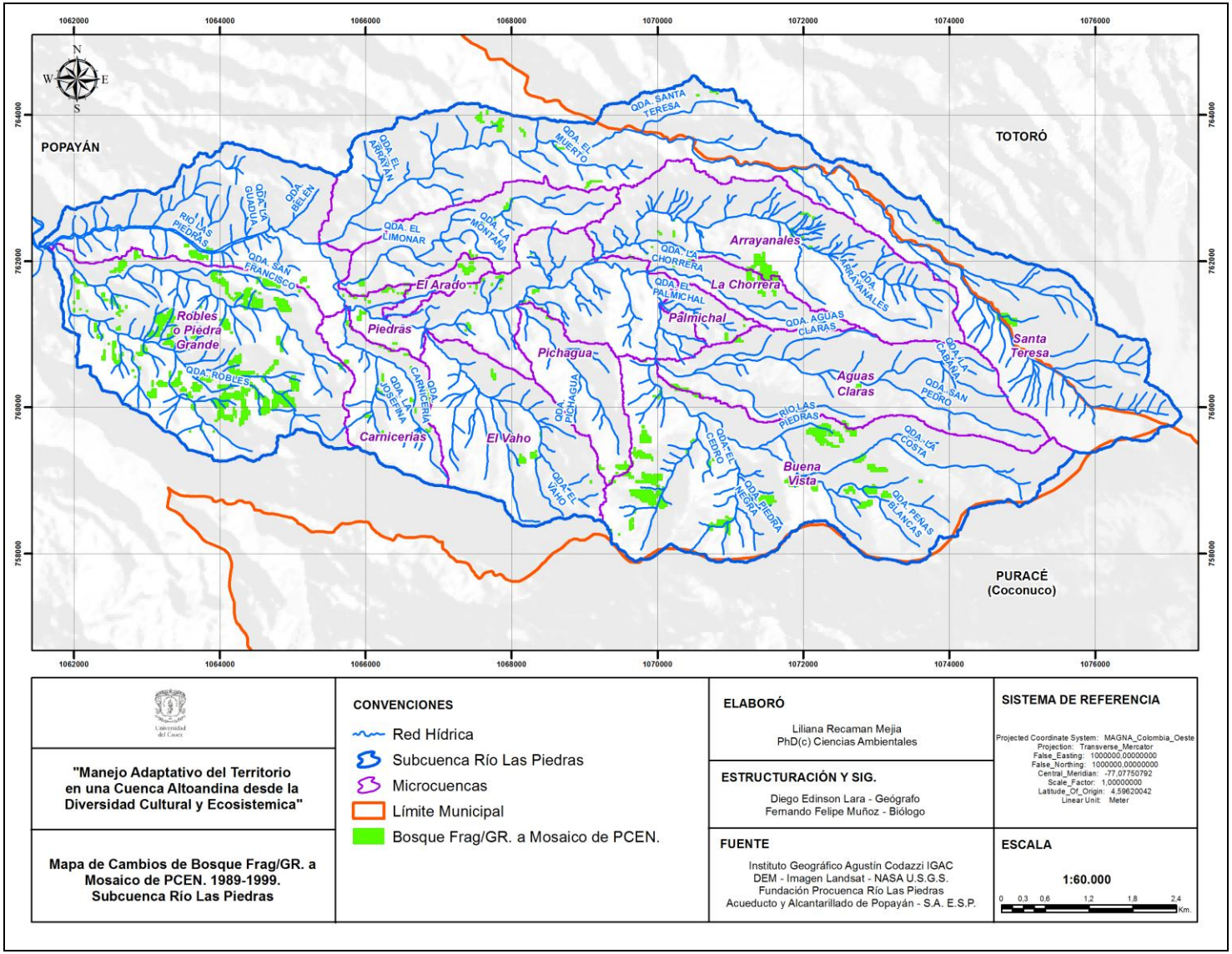




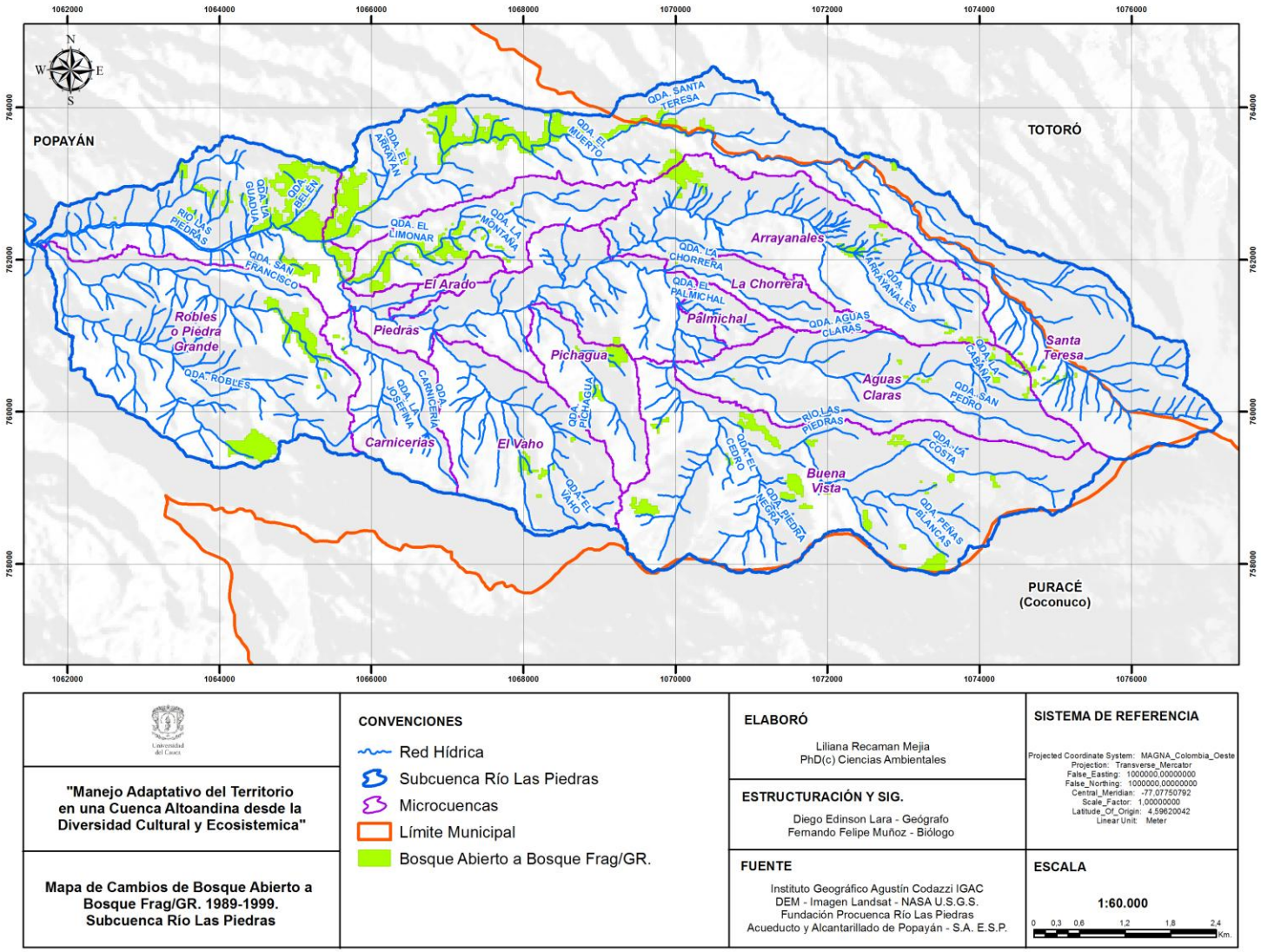
Mapa de cambios de BF/GR. a PL. 1989-1999.



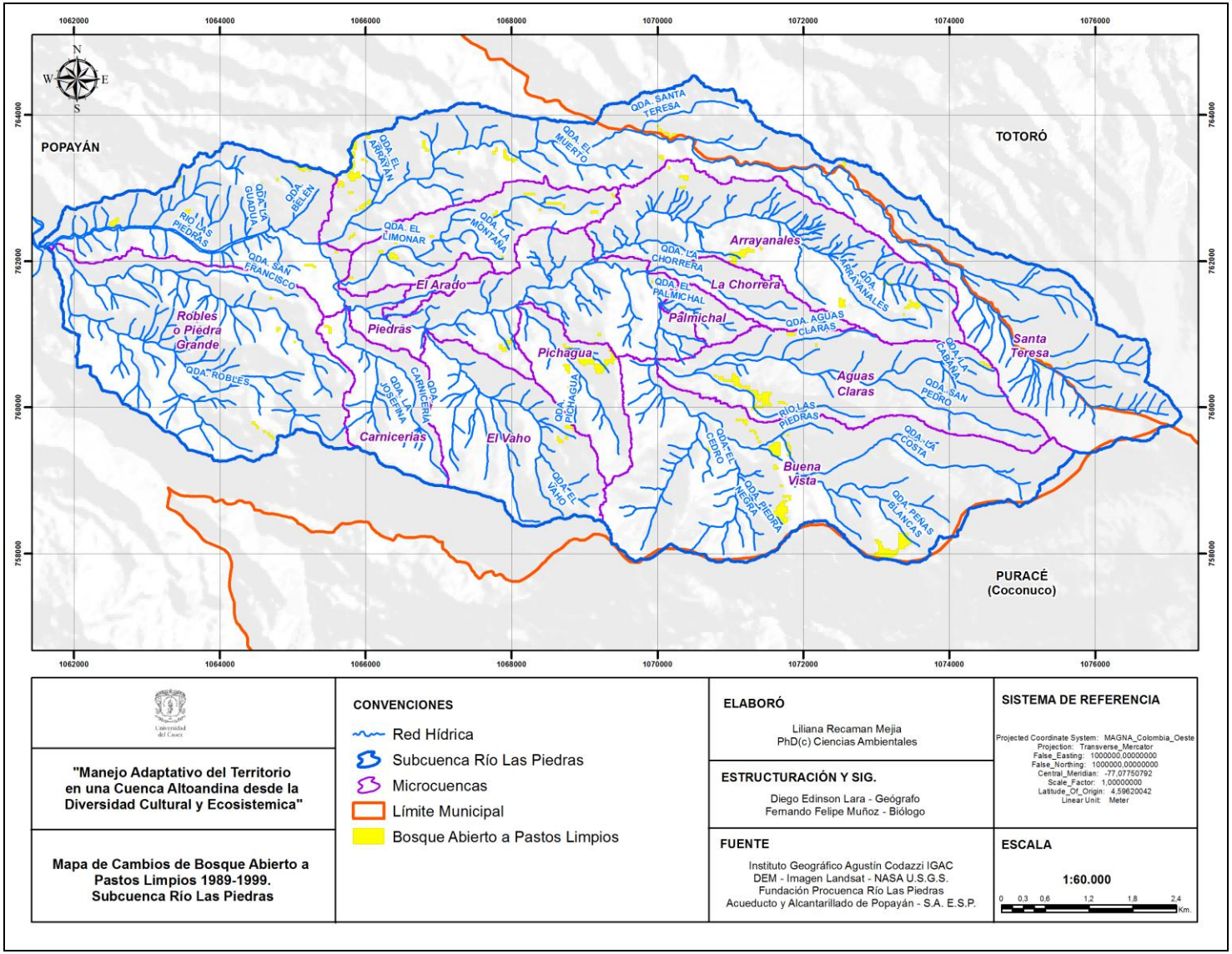
Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1989-1999.



Mapa de cambios de BF/GR. a MCPEN. 1989-1999.

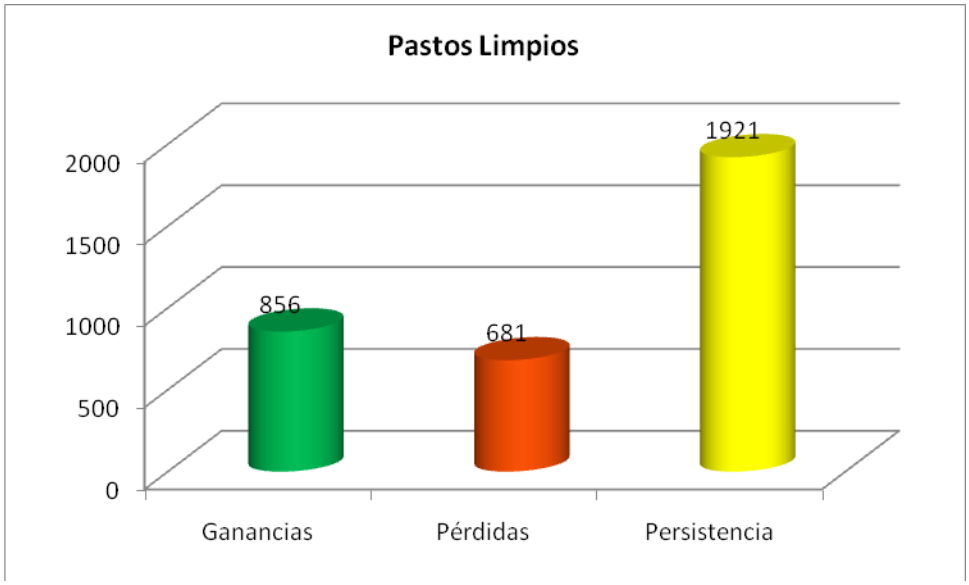


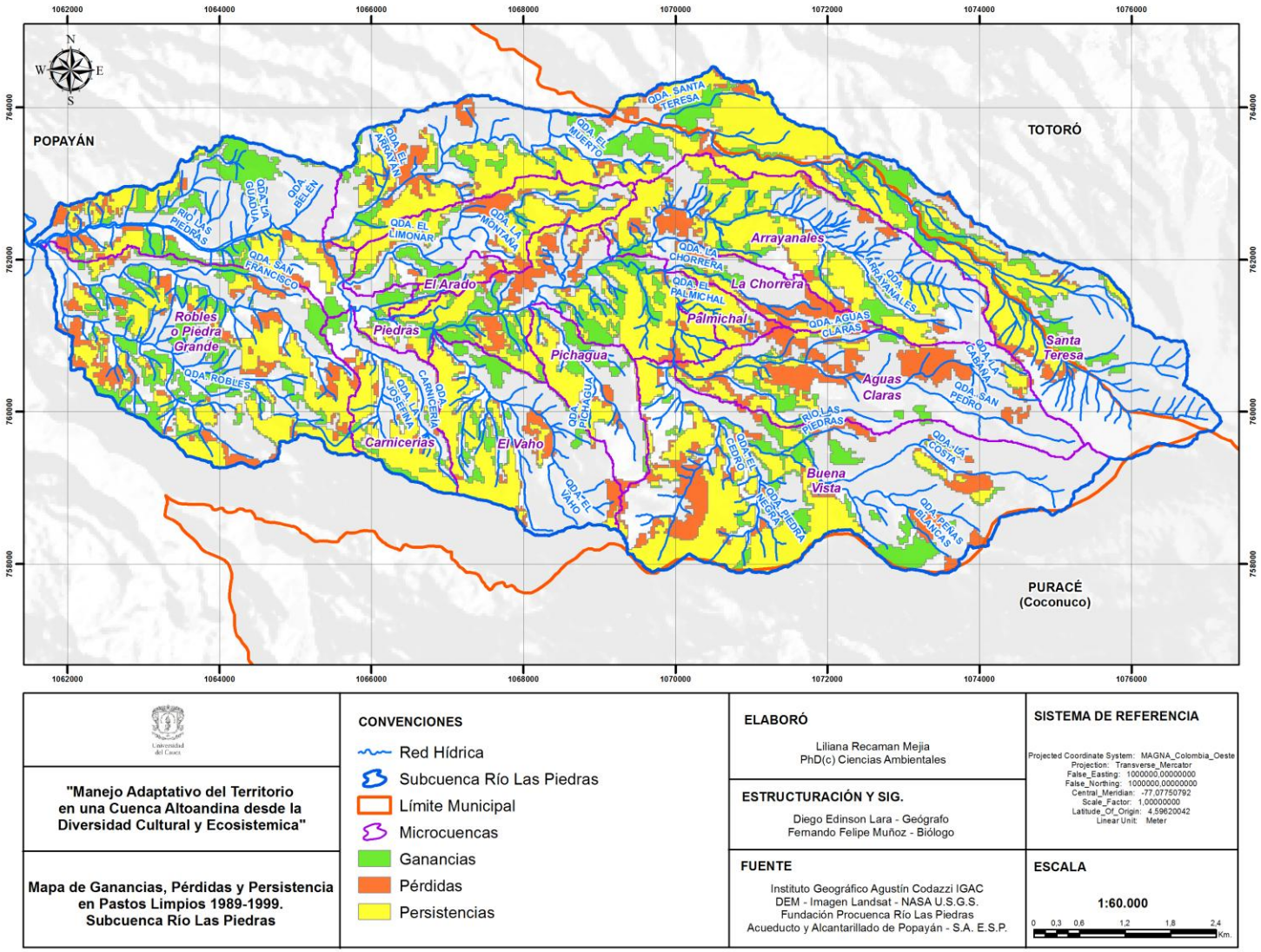
Mapa de cambios de BA. a BF/GR.1989-1999.



Mapa de Cambios de BA. a PL. 1989-1999.

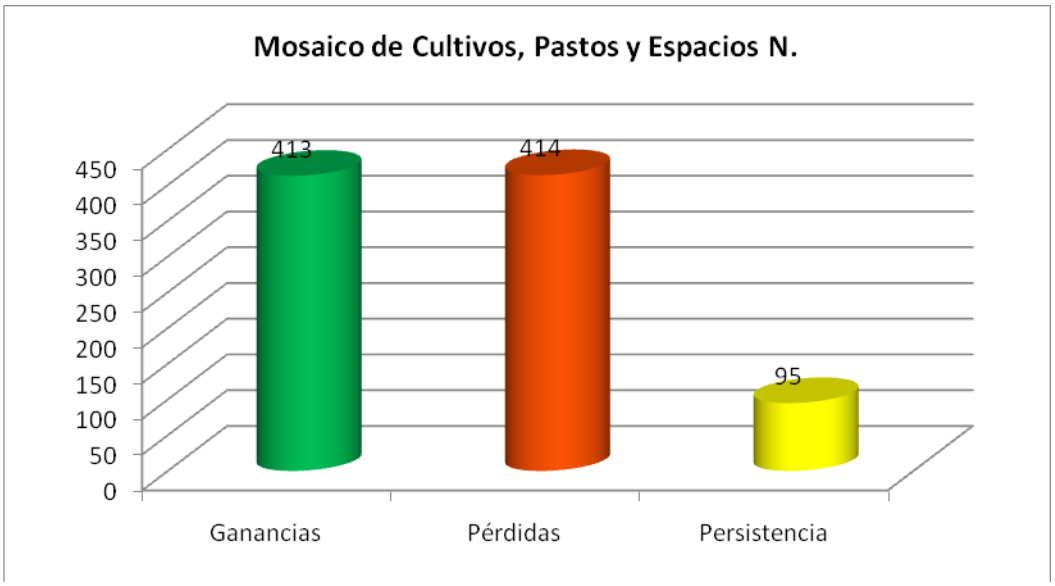
Ganancias, pérdidas y persistencia en Pastos Limpios 1989-1999.

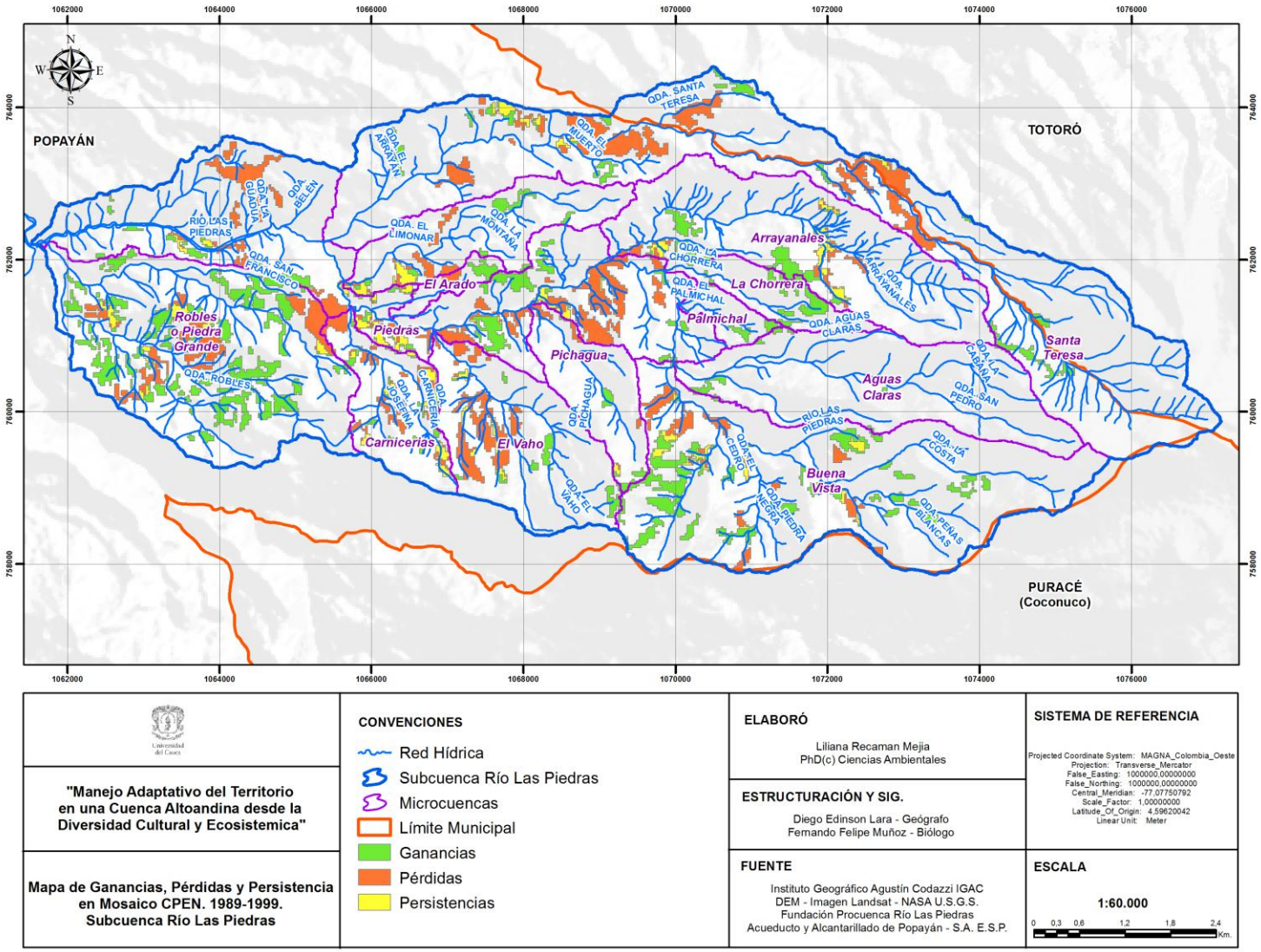




Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en PL. 1989-1999.

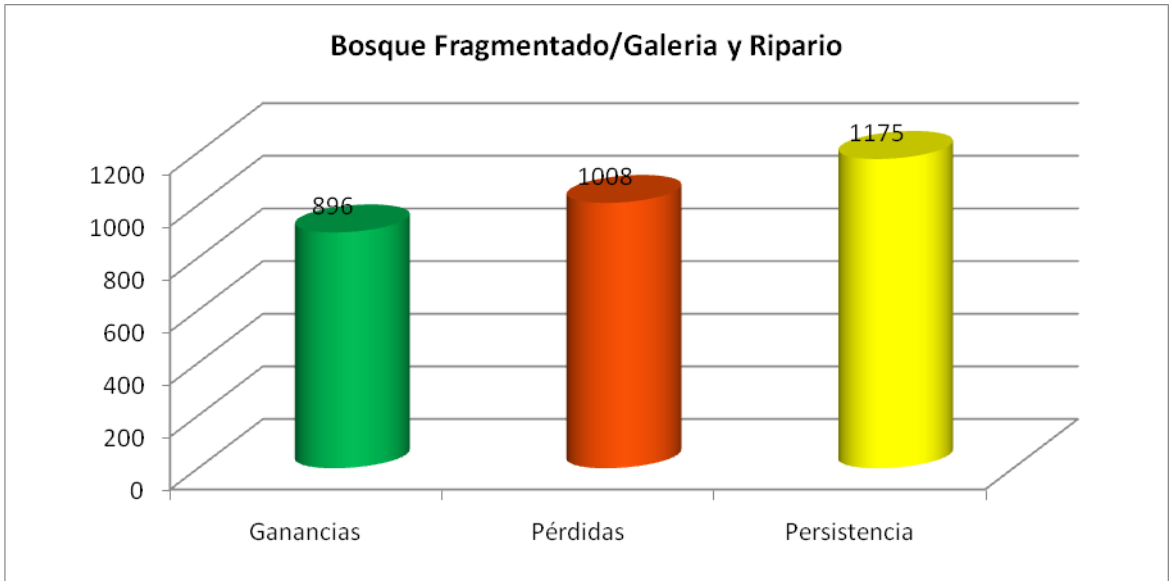
Ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN. 1989-1999.

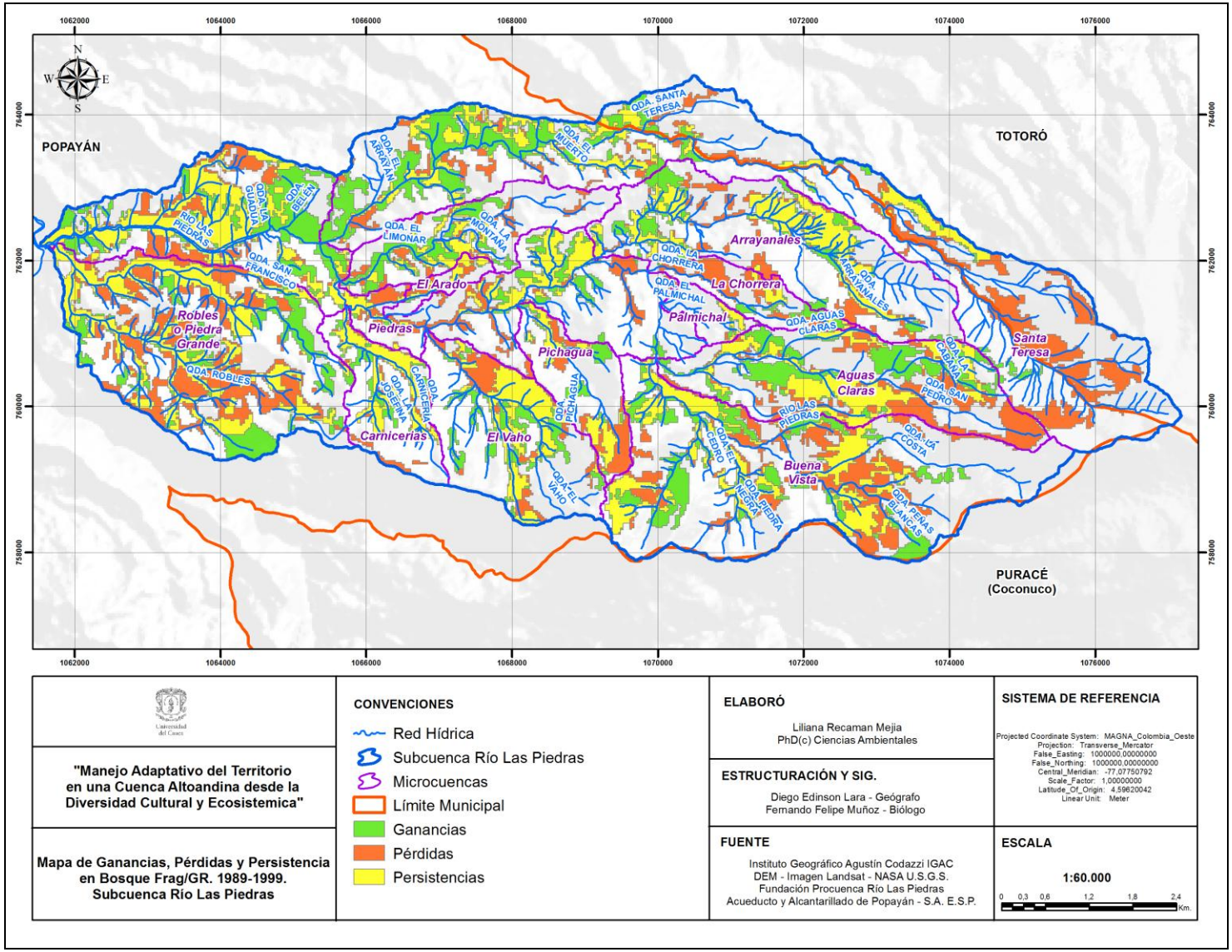




Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN. 1989-1999.

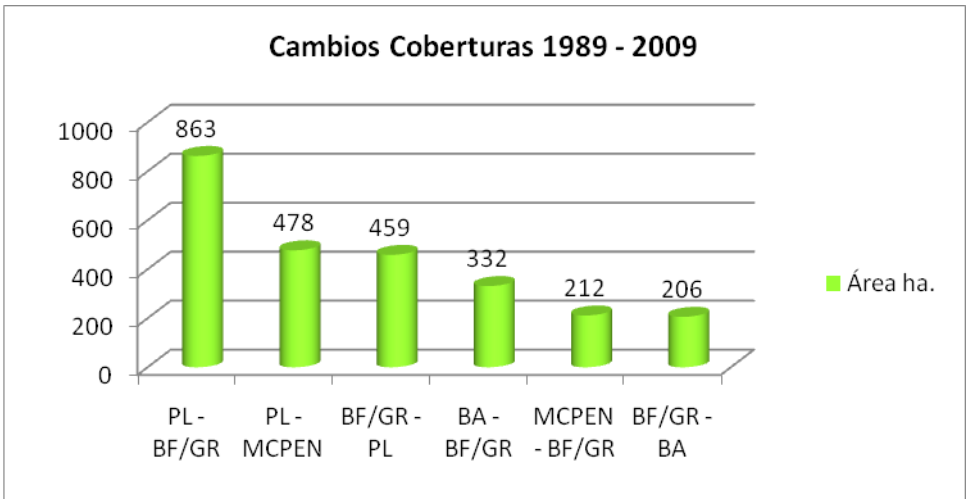
Ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1989-1999.

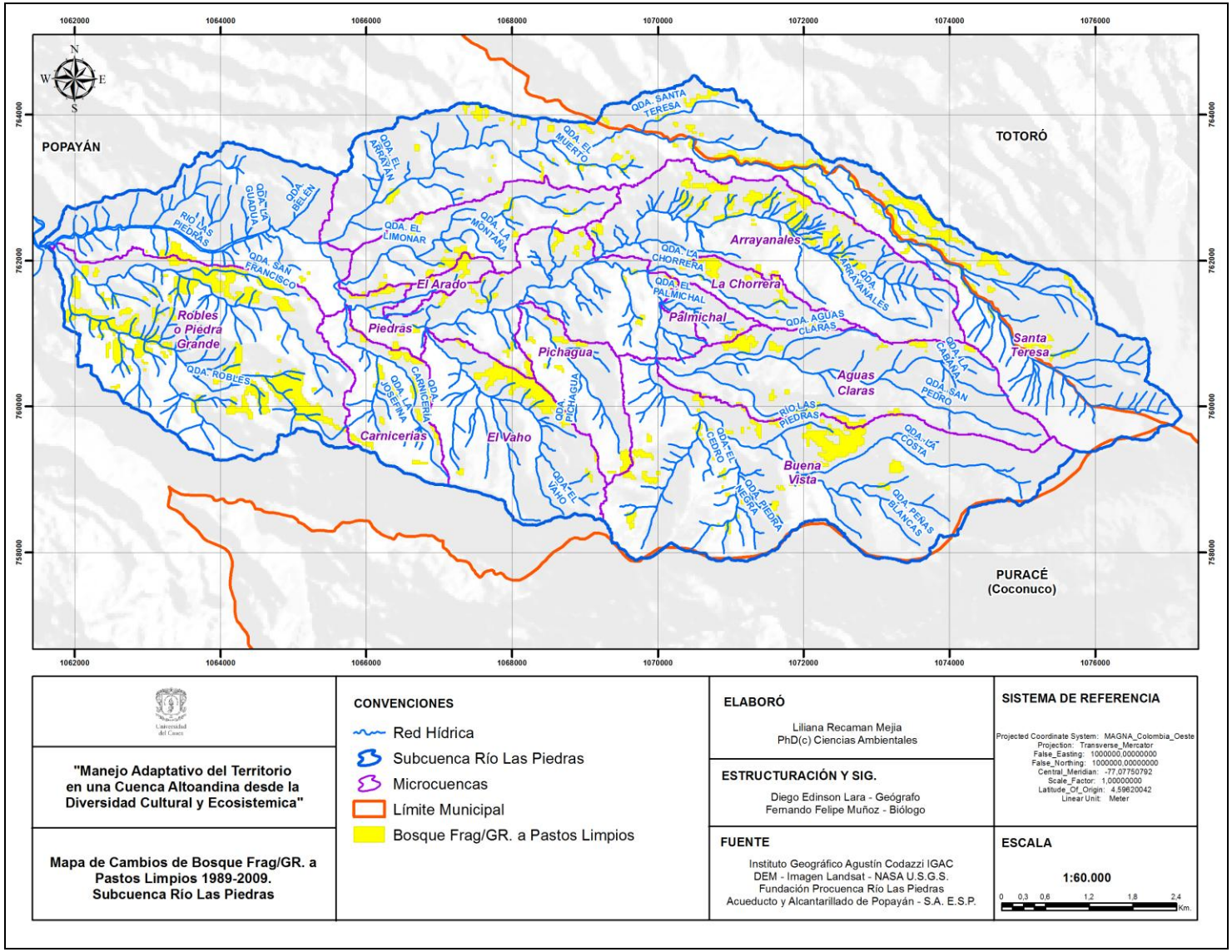




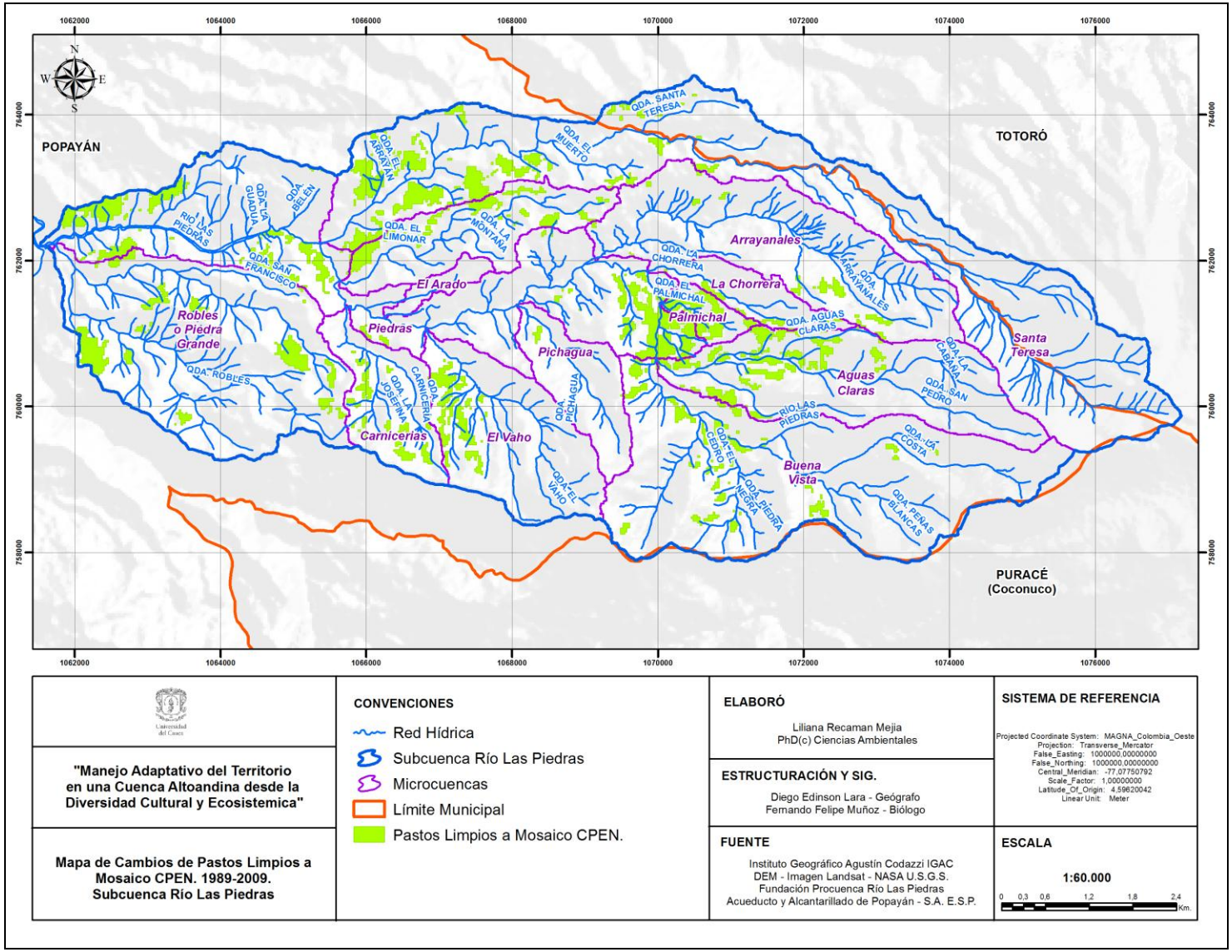
Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR.1989-1999.

Cambios Coberturas 1989 – 2009

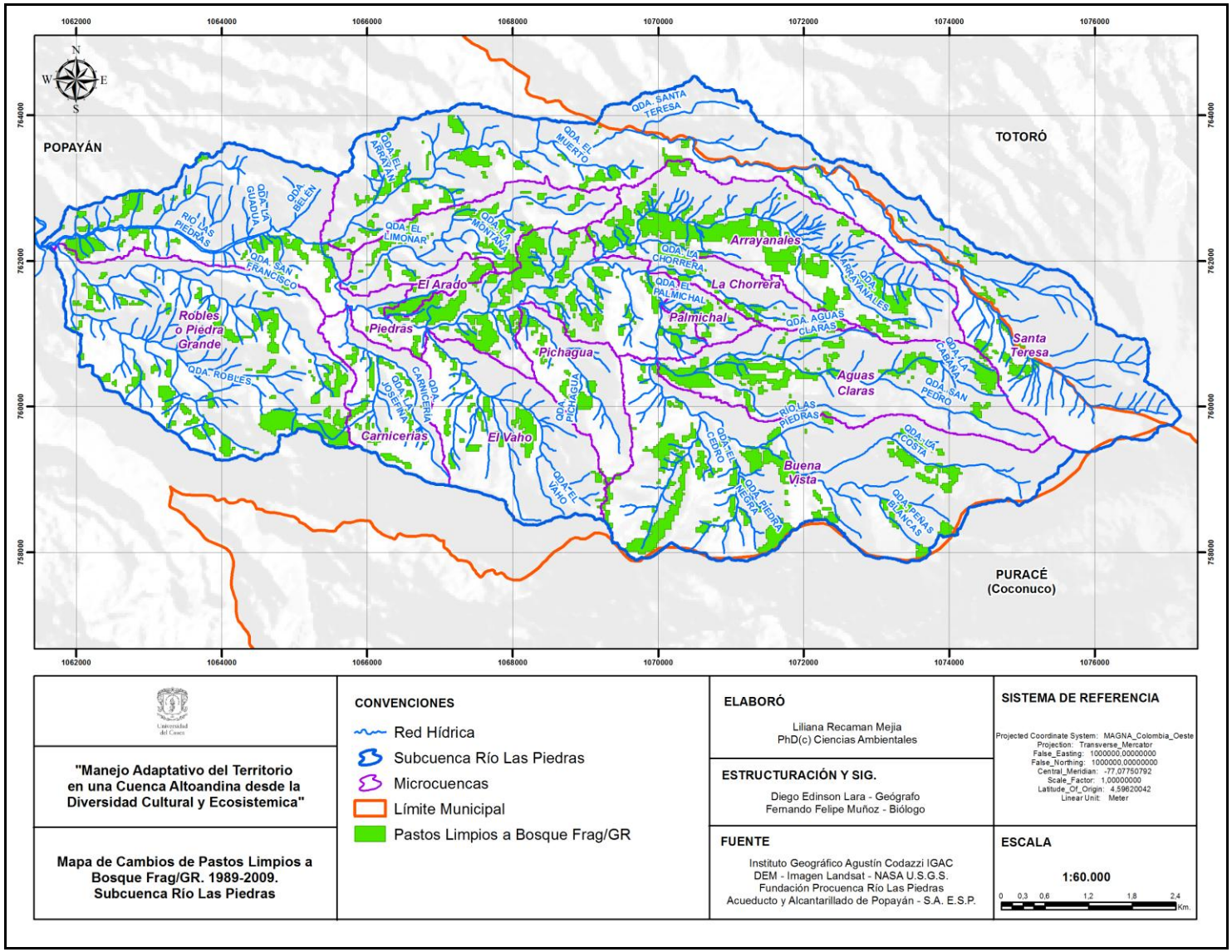




Mapa de cambios de BF/GR. a PL. 1989-2009.

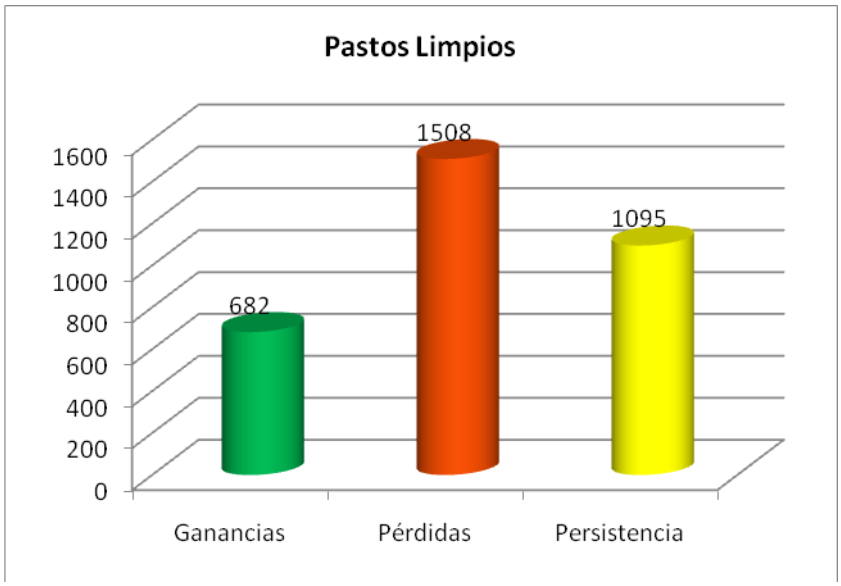


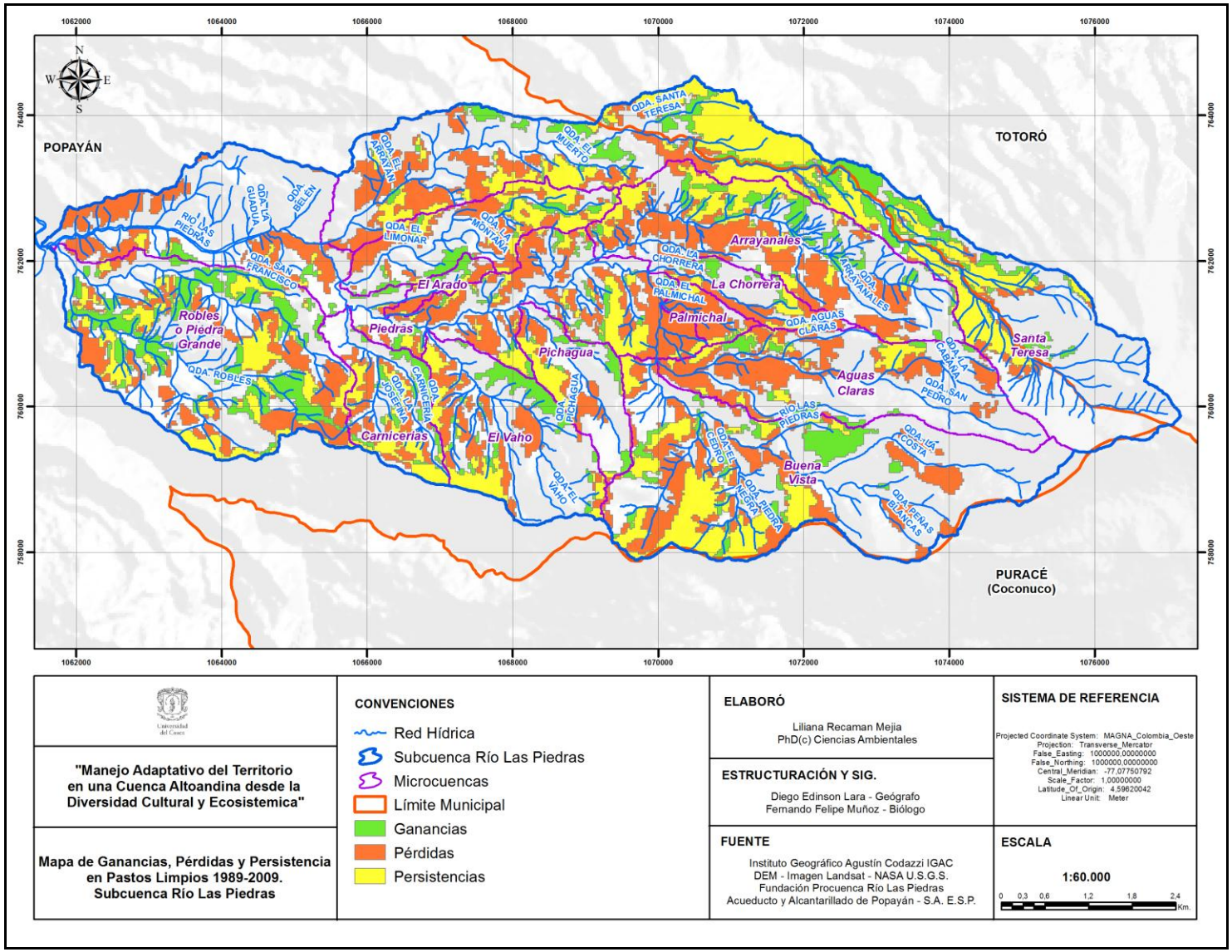
Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1989-2009



Mapa de cambios de PL. a BF/G. 1989-2009.

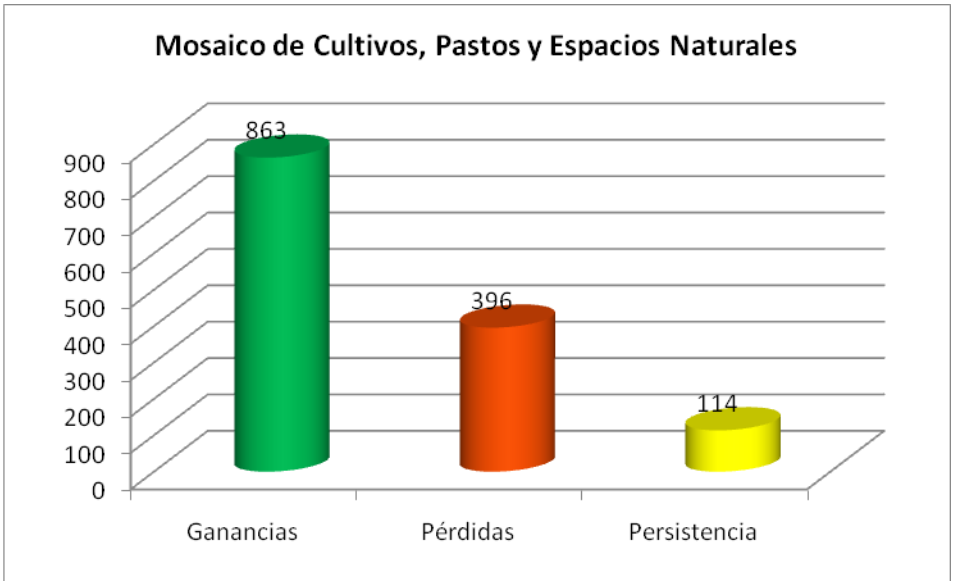
Ganancias, pérdidas y persistencia en Pastos Limpios 1989-2009

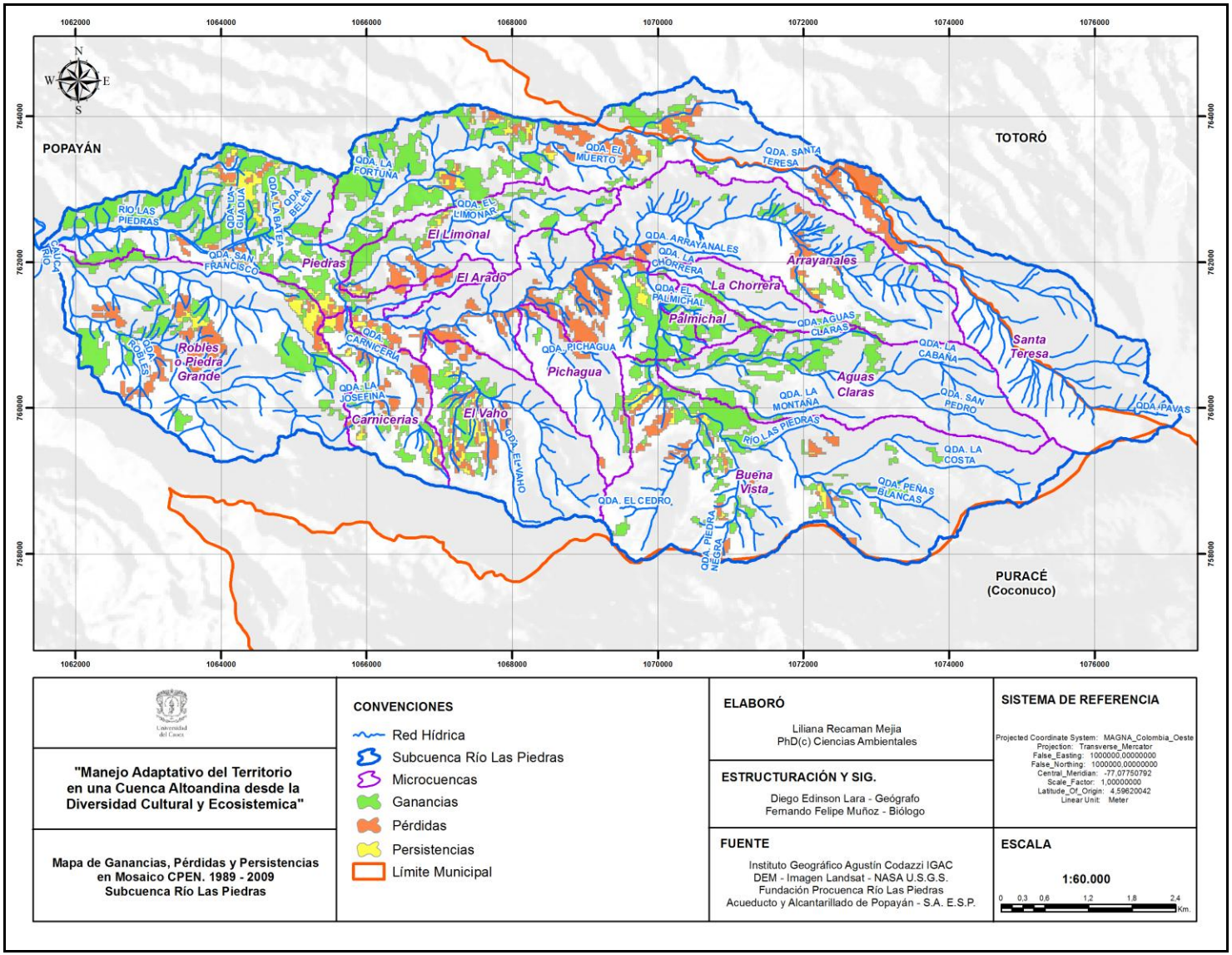




Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en PL. 1989-2009

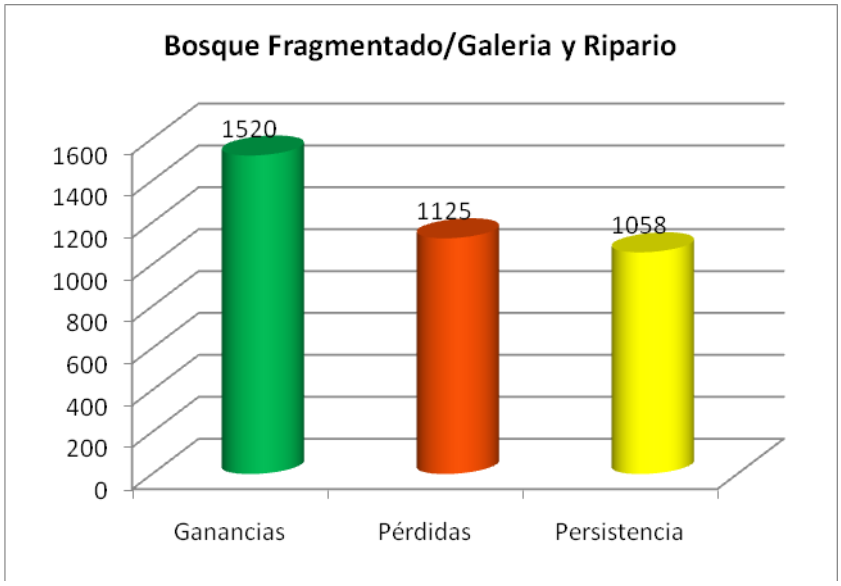
Ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN. 1989-2009

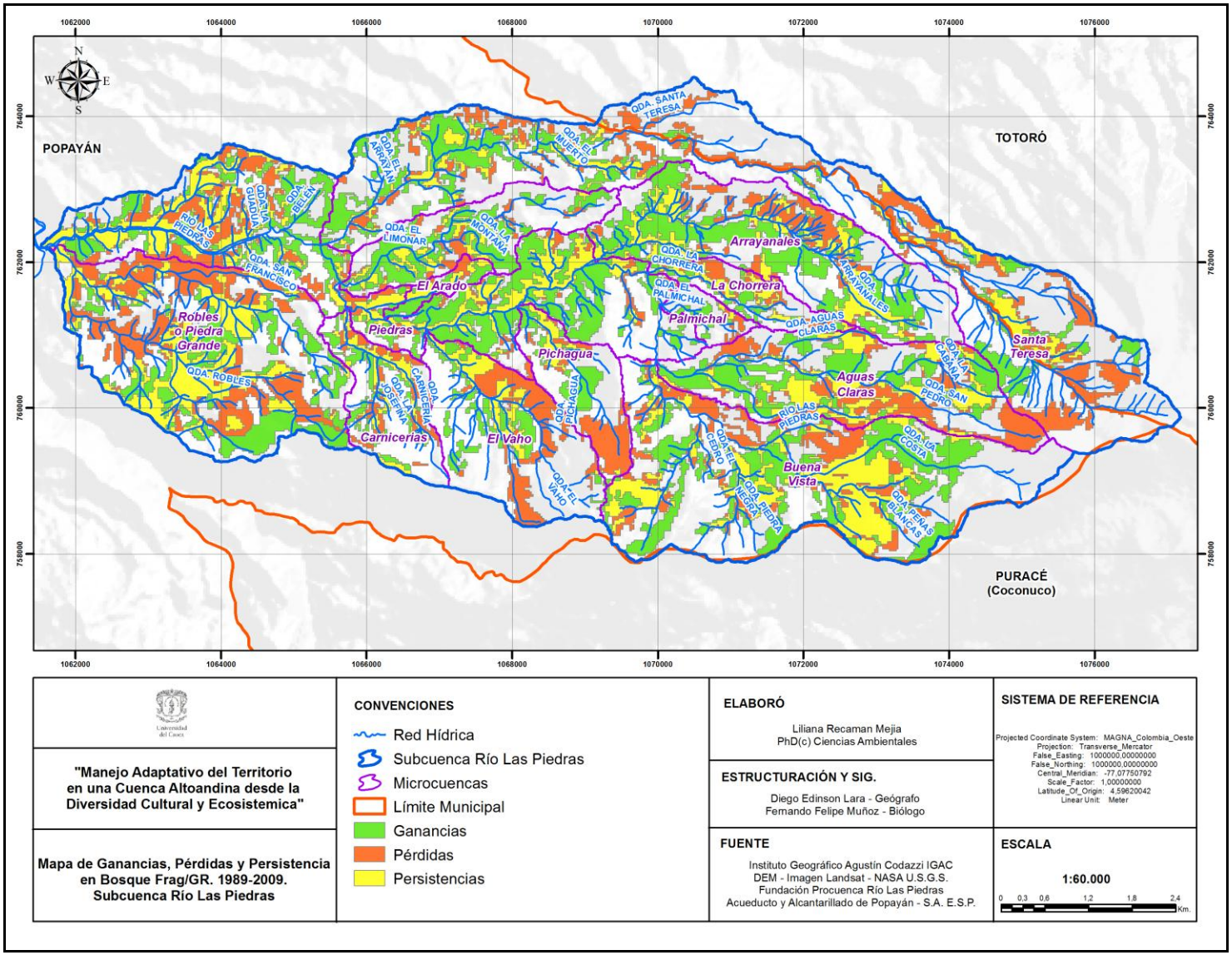




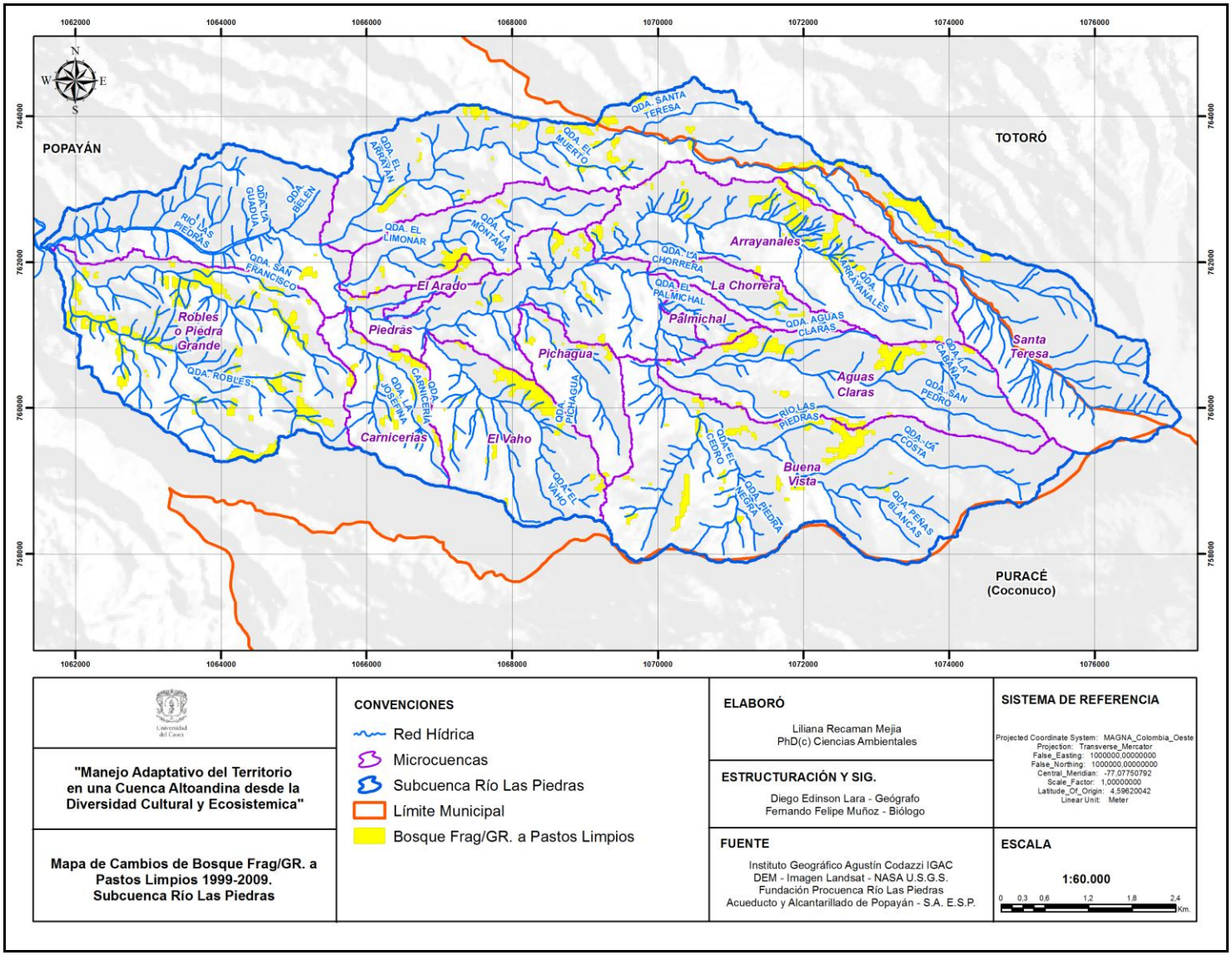
Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en MCPEN 1989-2009.

Ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1989-2009.

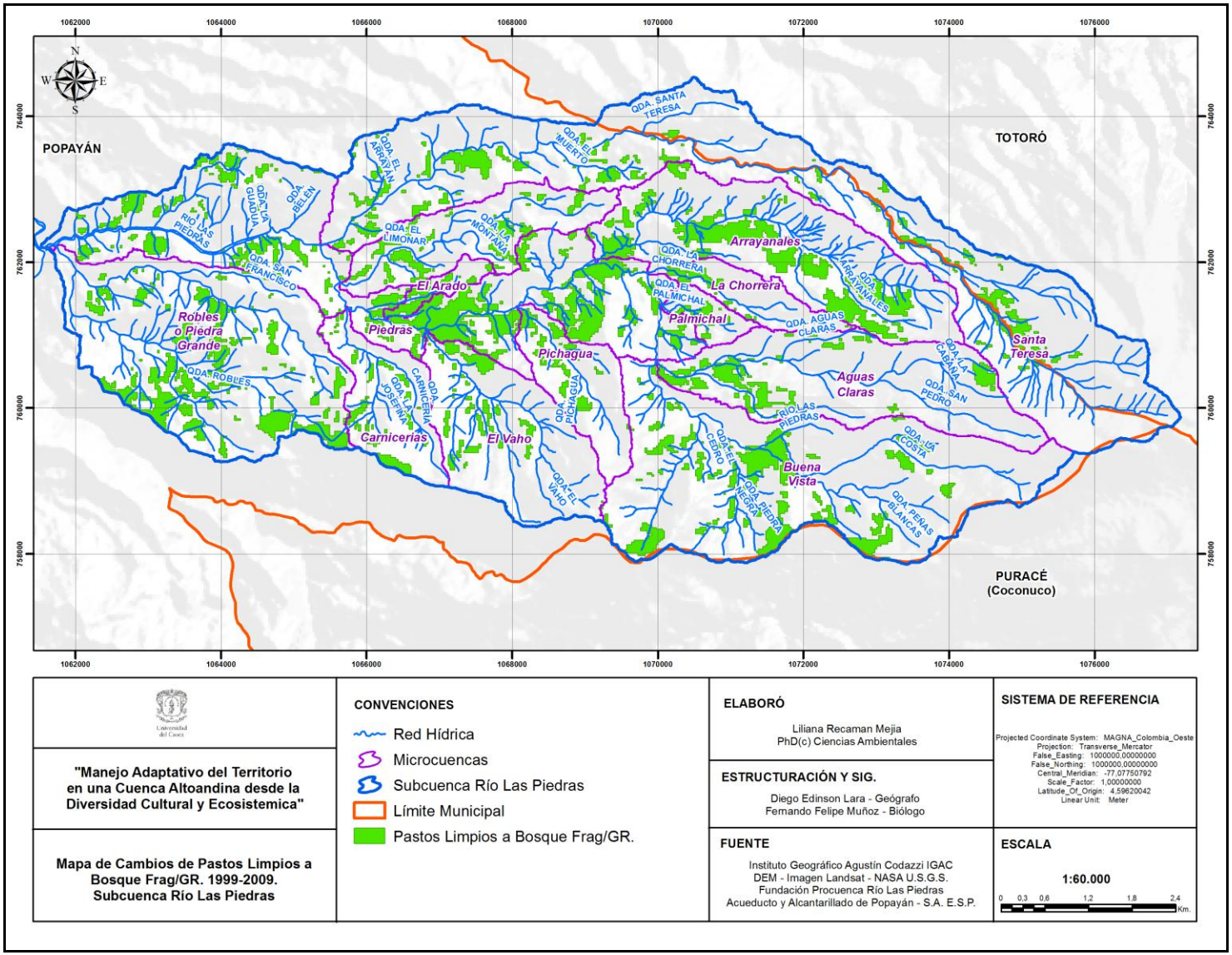




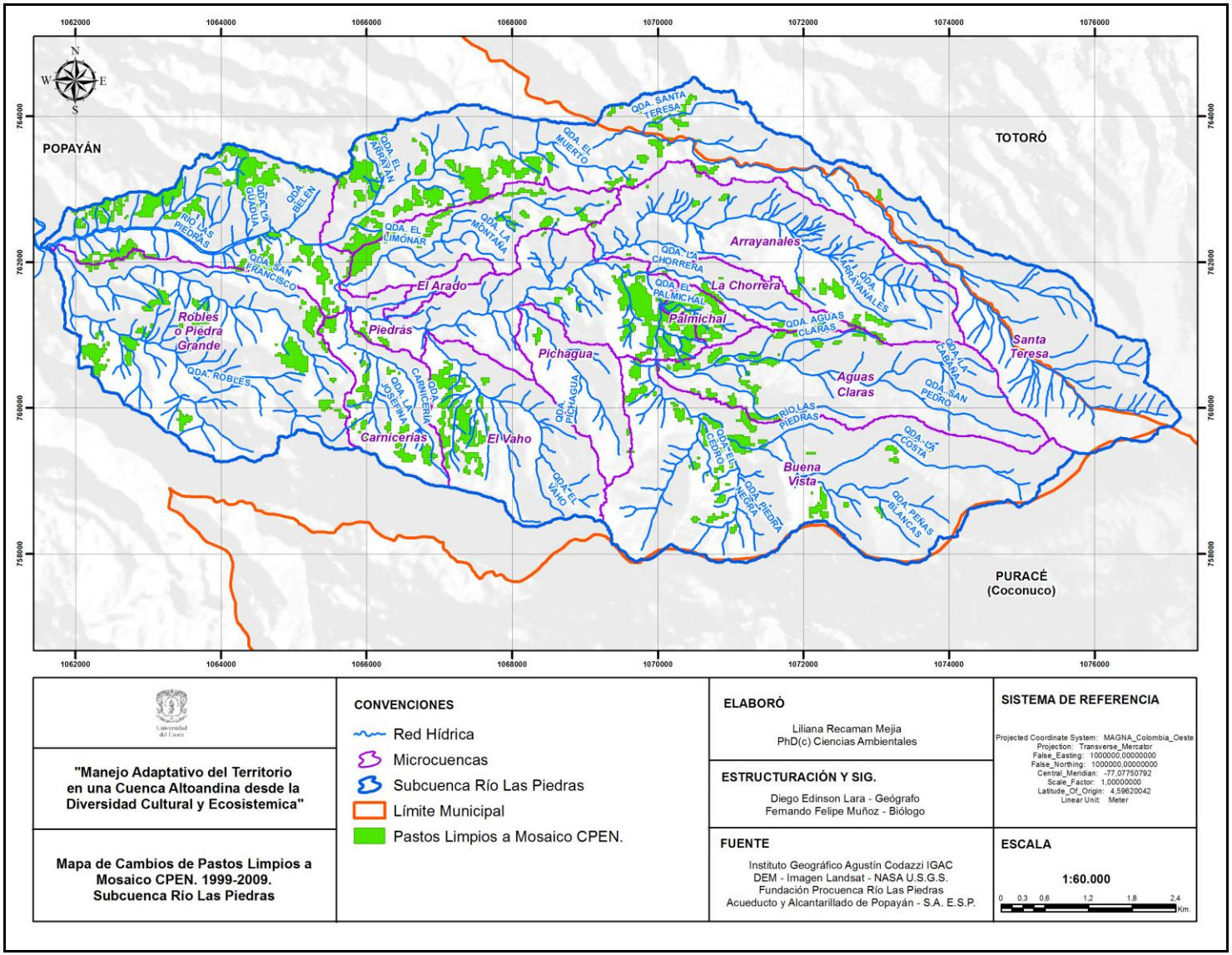
Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en BF/ 1989-2009.



Mapa de cambios de BF. a PL. 1999-2009.

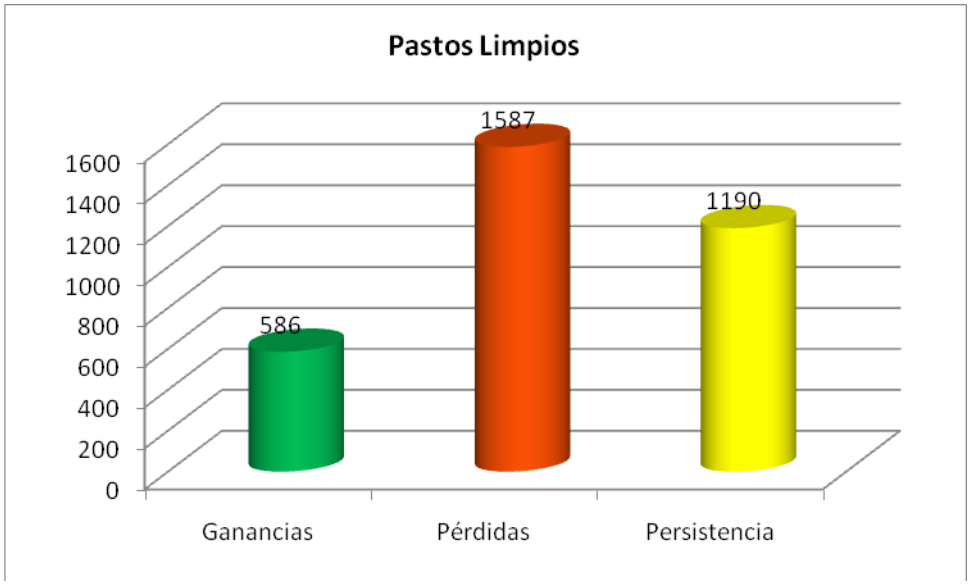


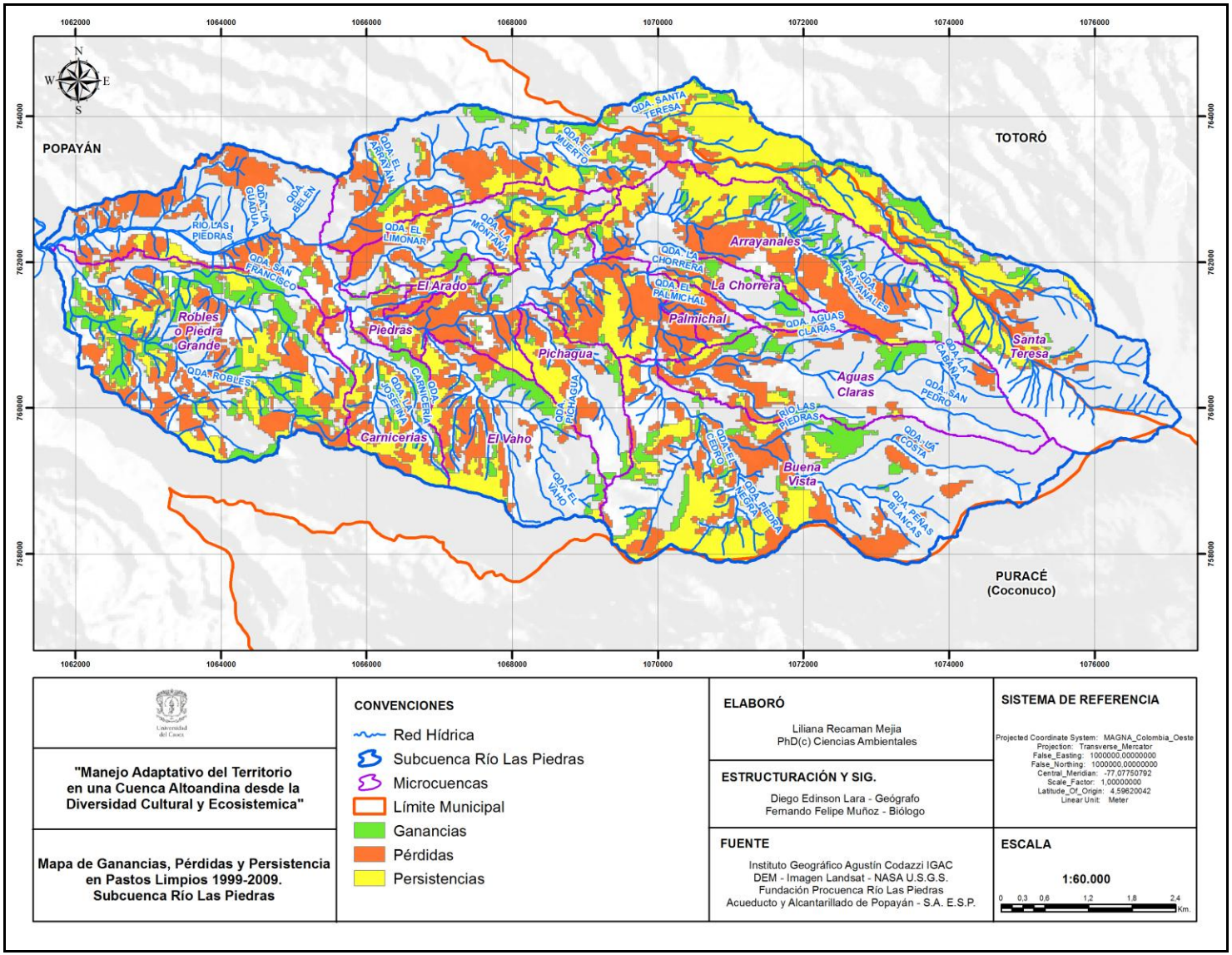
Mapa de cambios de PL. a BF/GR. 1999-2009.



Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1999-2009.

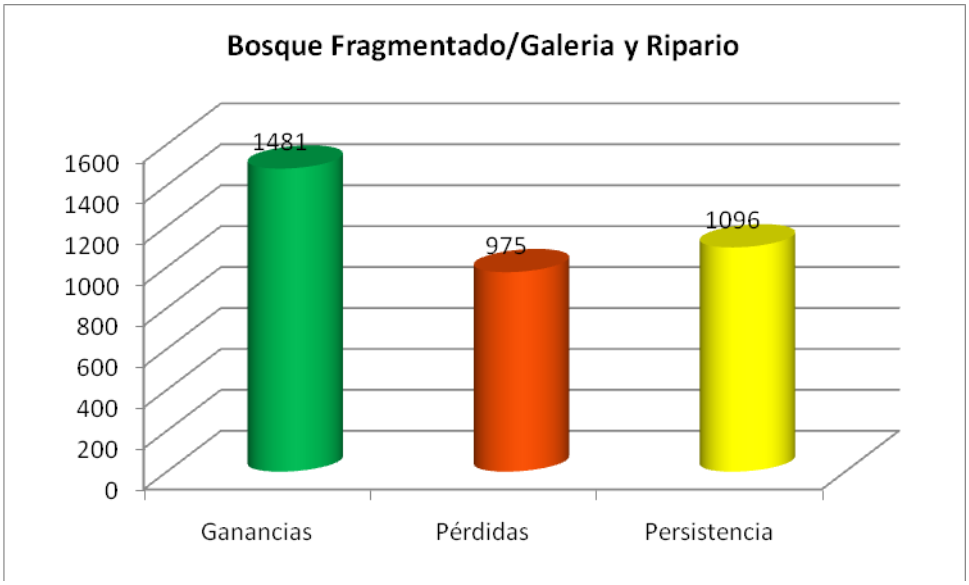
Ganancias, pérdidas y persistencia en PL. 1999-2009.

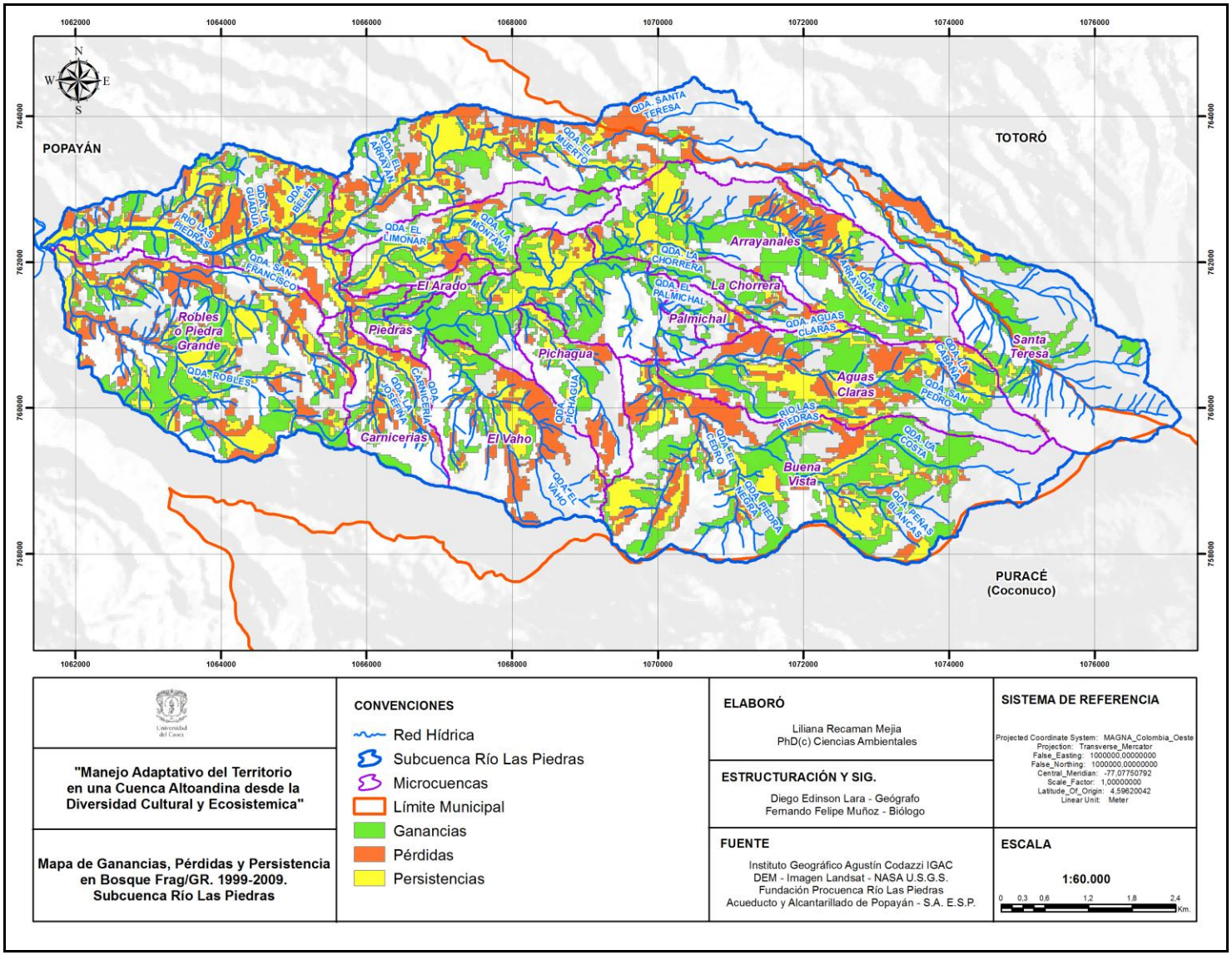




Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en PL. 1999-2009.

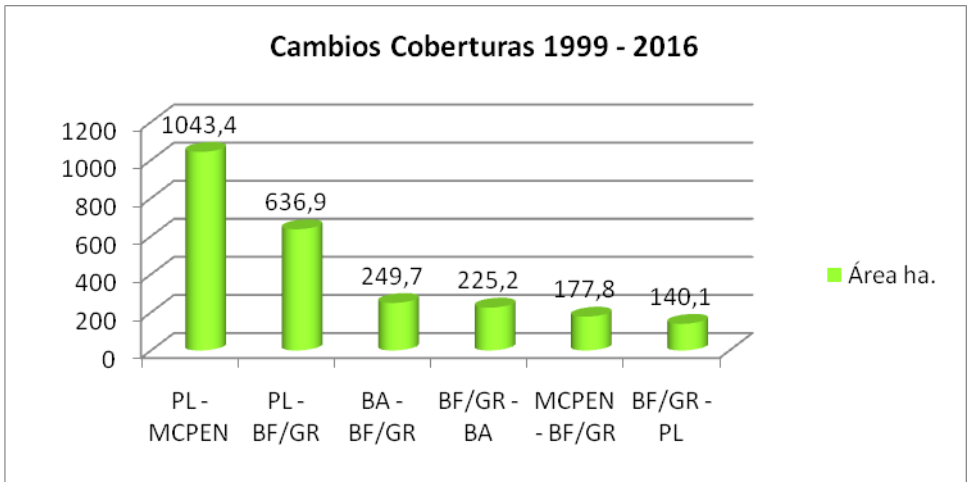
Ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1999-2009.

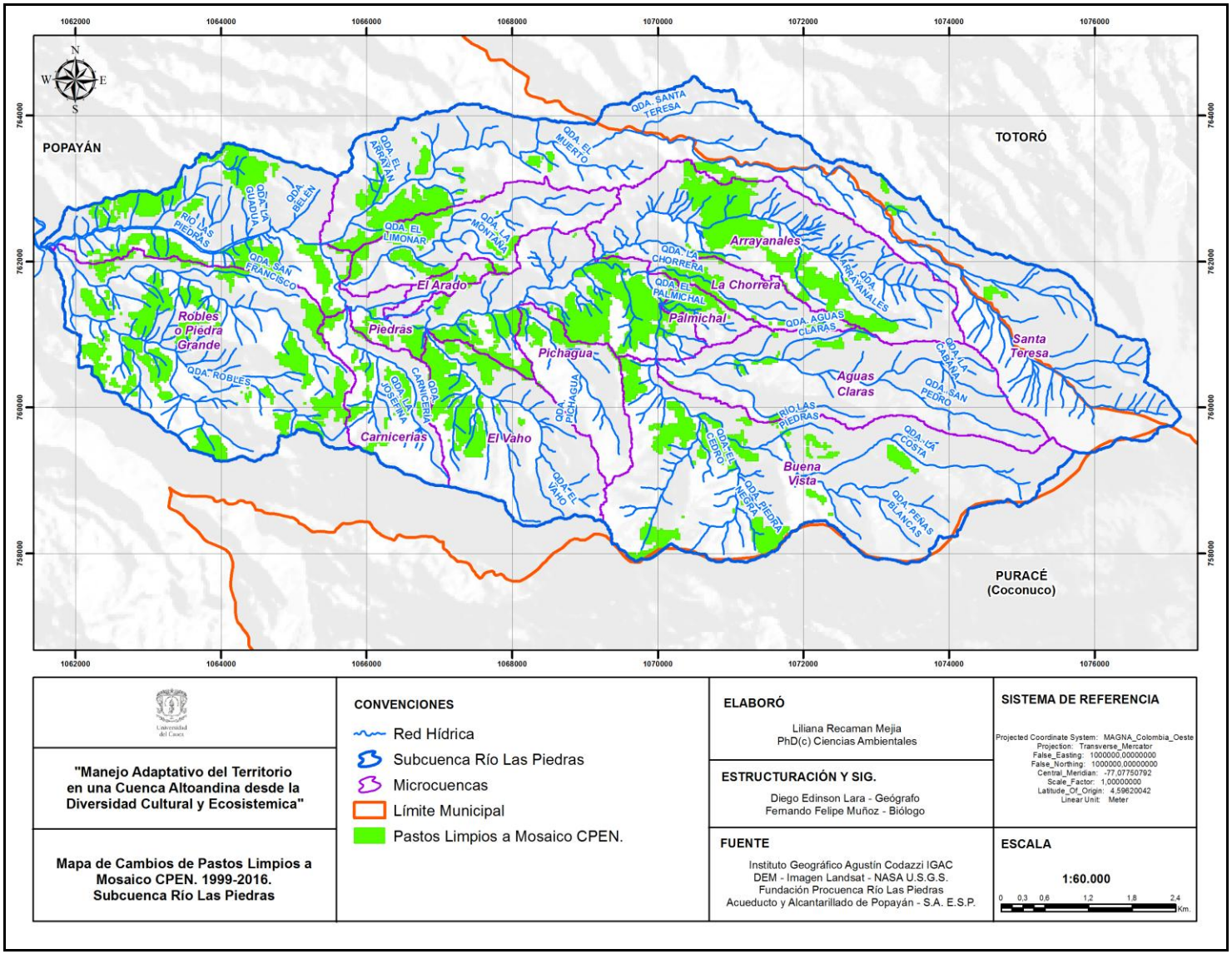




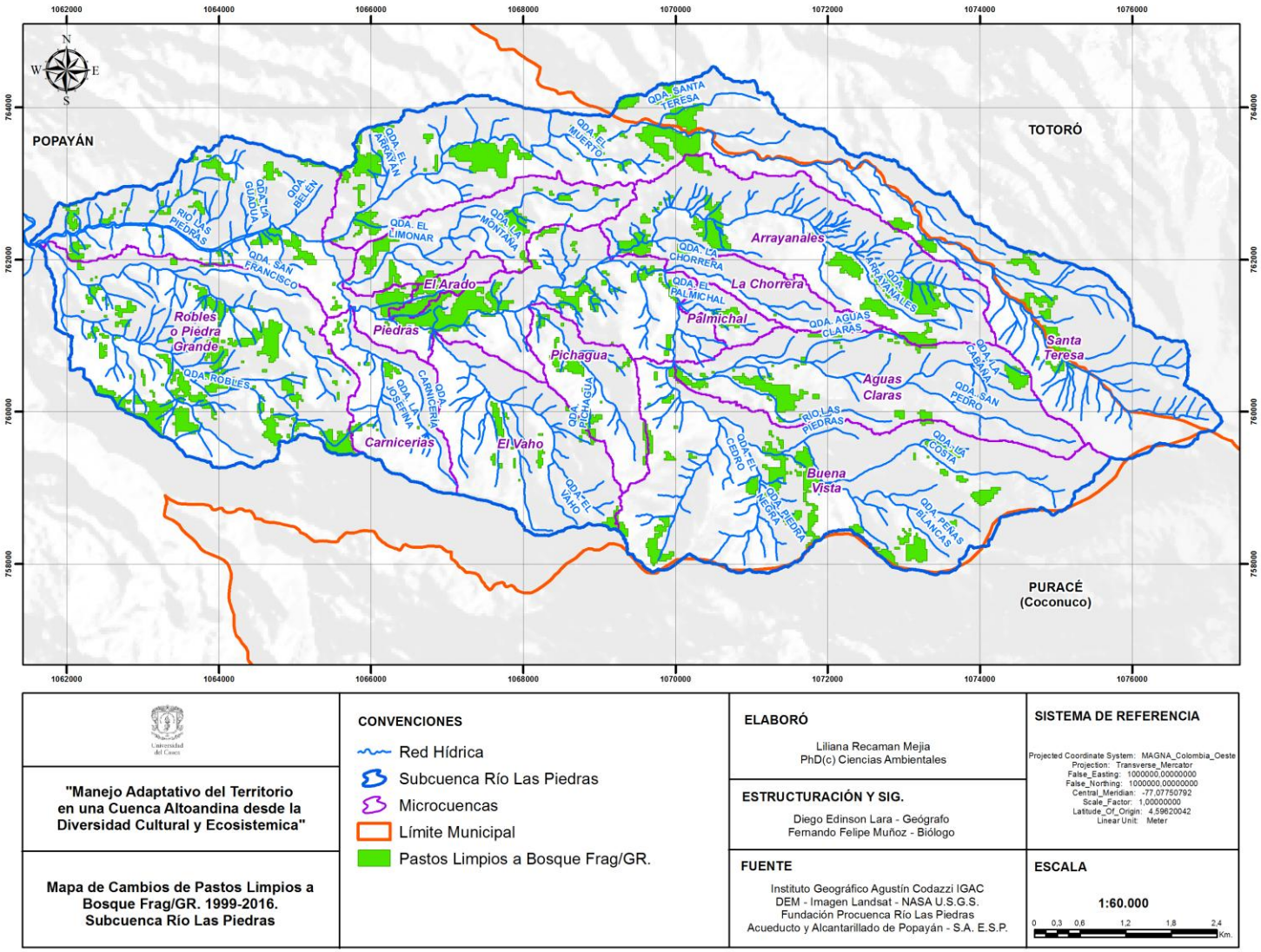
Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1999-2009.

Cambios Coberturas 1999 – 2016.

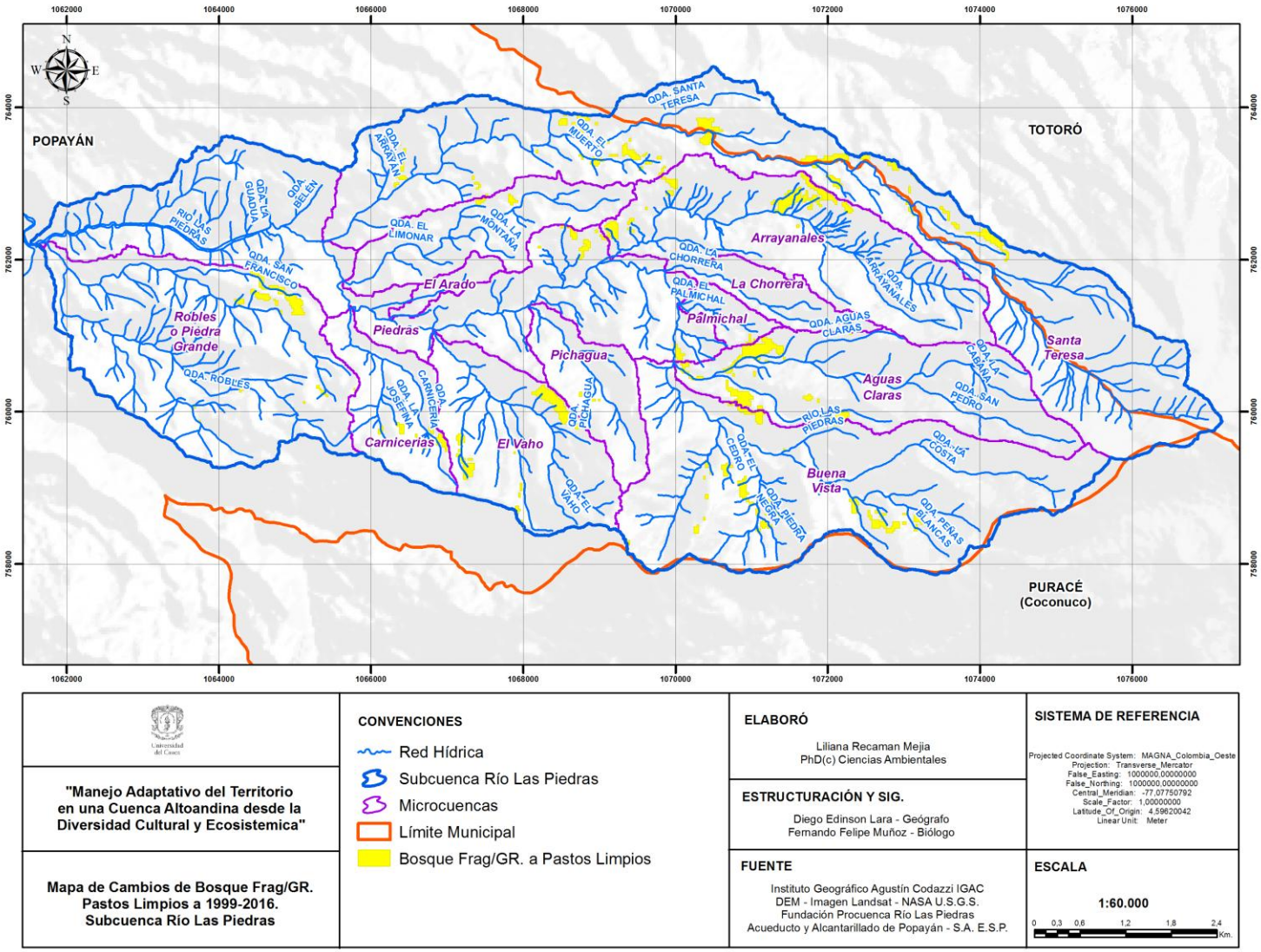




Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1999-2016.

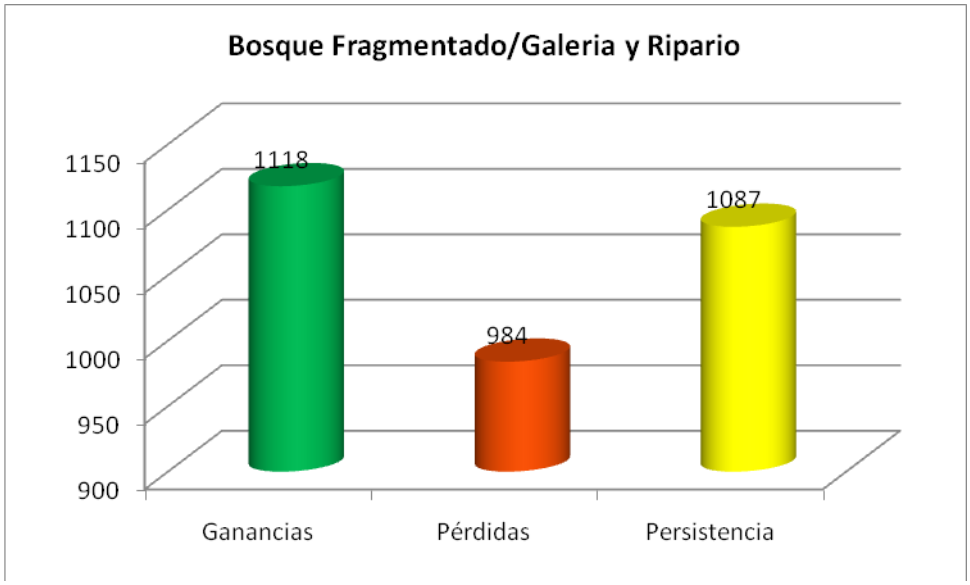


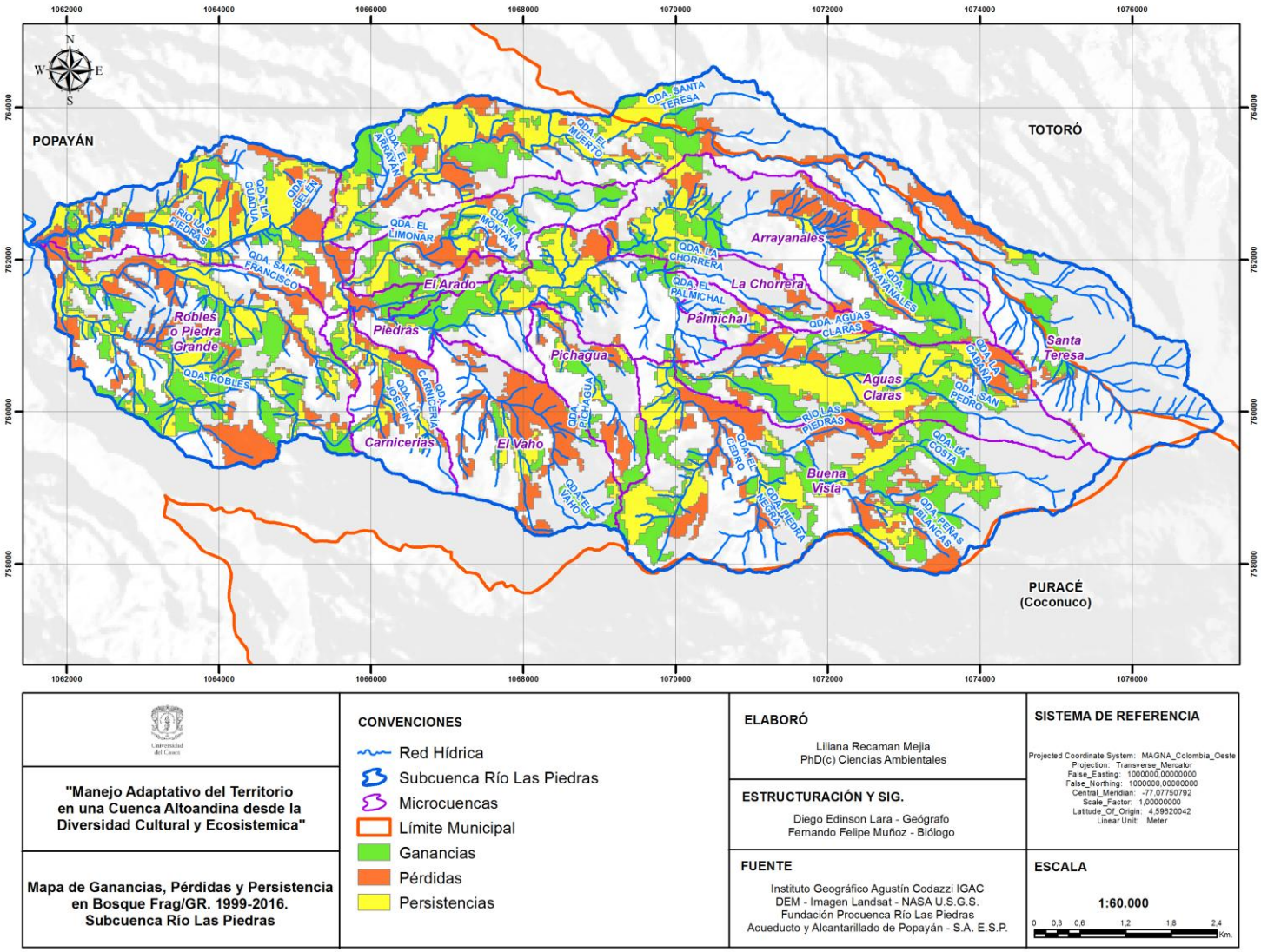
Mapa de cambios de PL. a BF/GR. 1999-2016.



Mapa de cambios de BF/GR. a PL. 1999-2016.

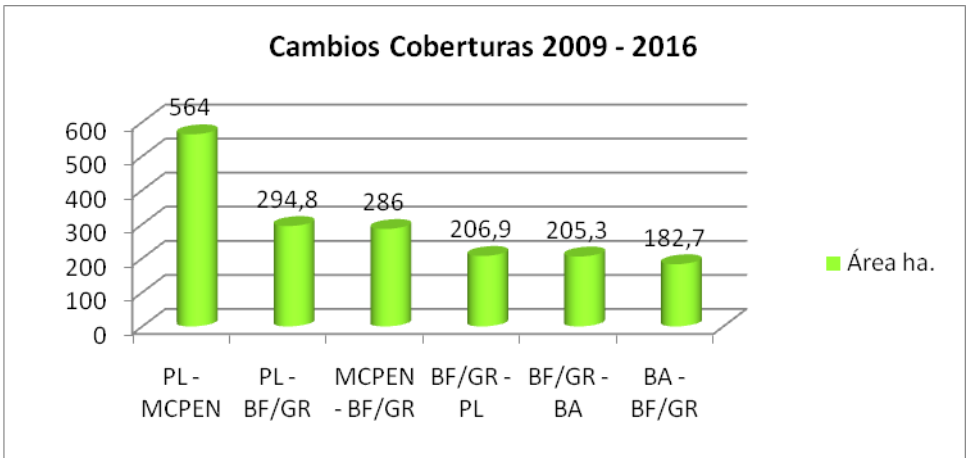
Ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1999-2016.

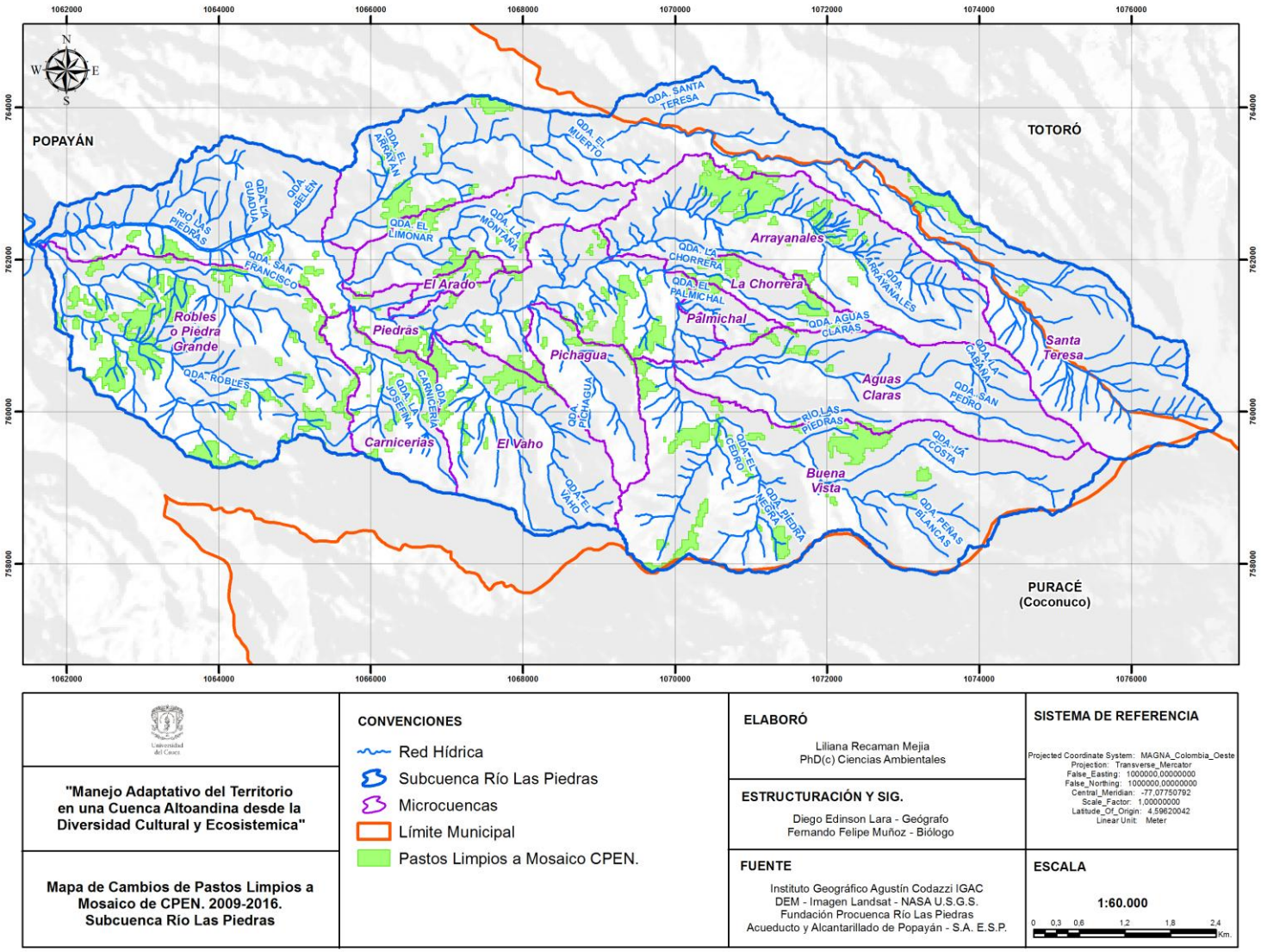




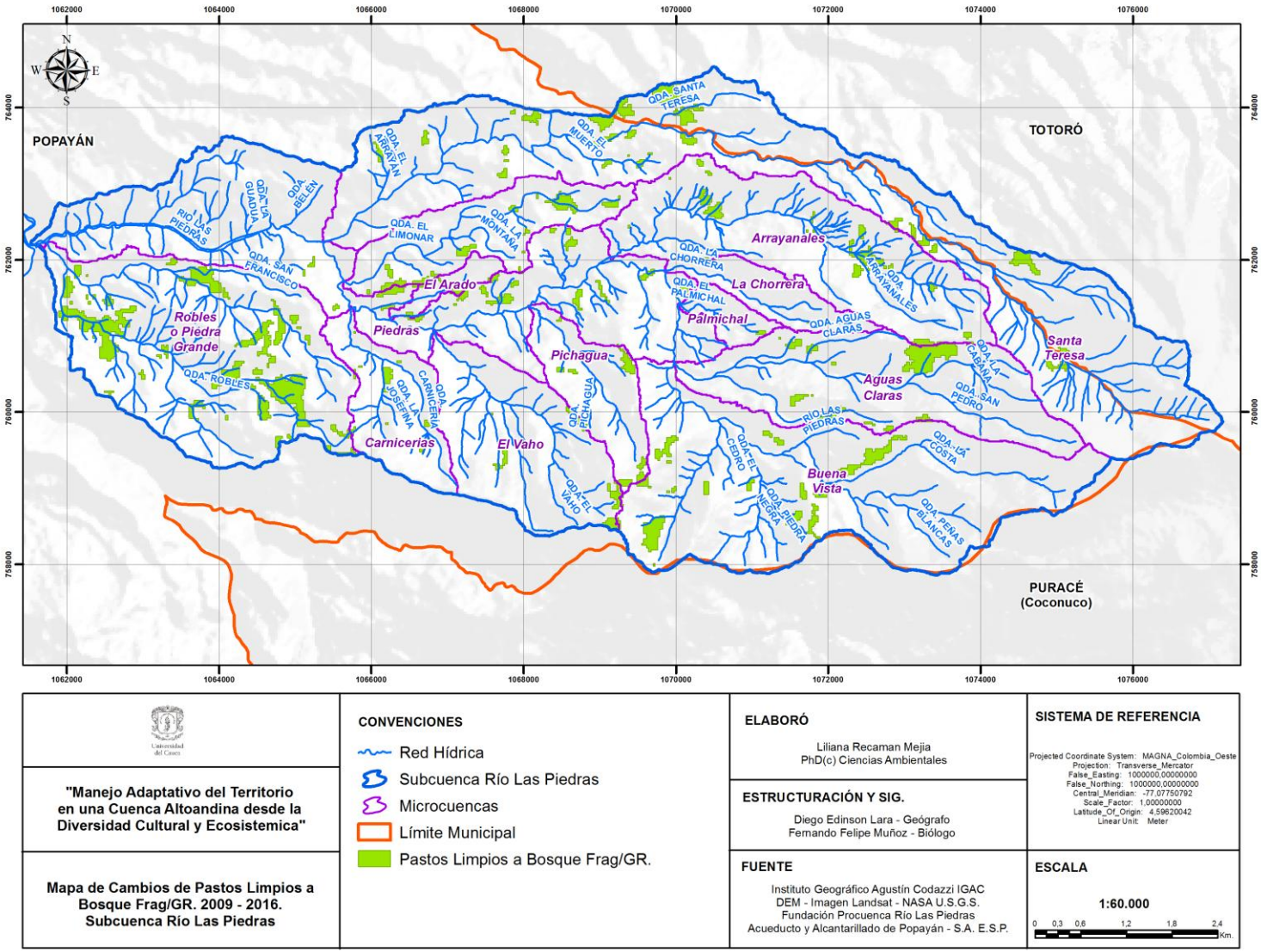
Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1999-2016.

Cambios Coberturas 2009 – 2016

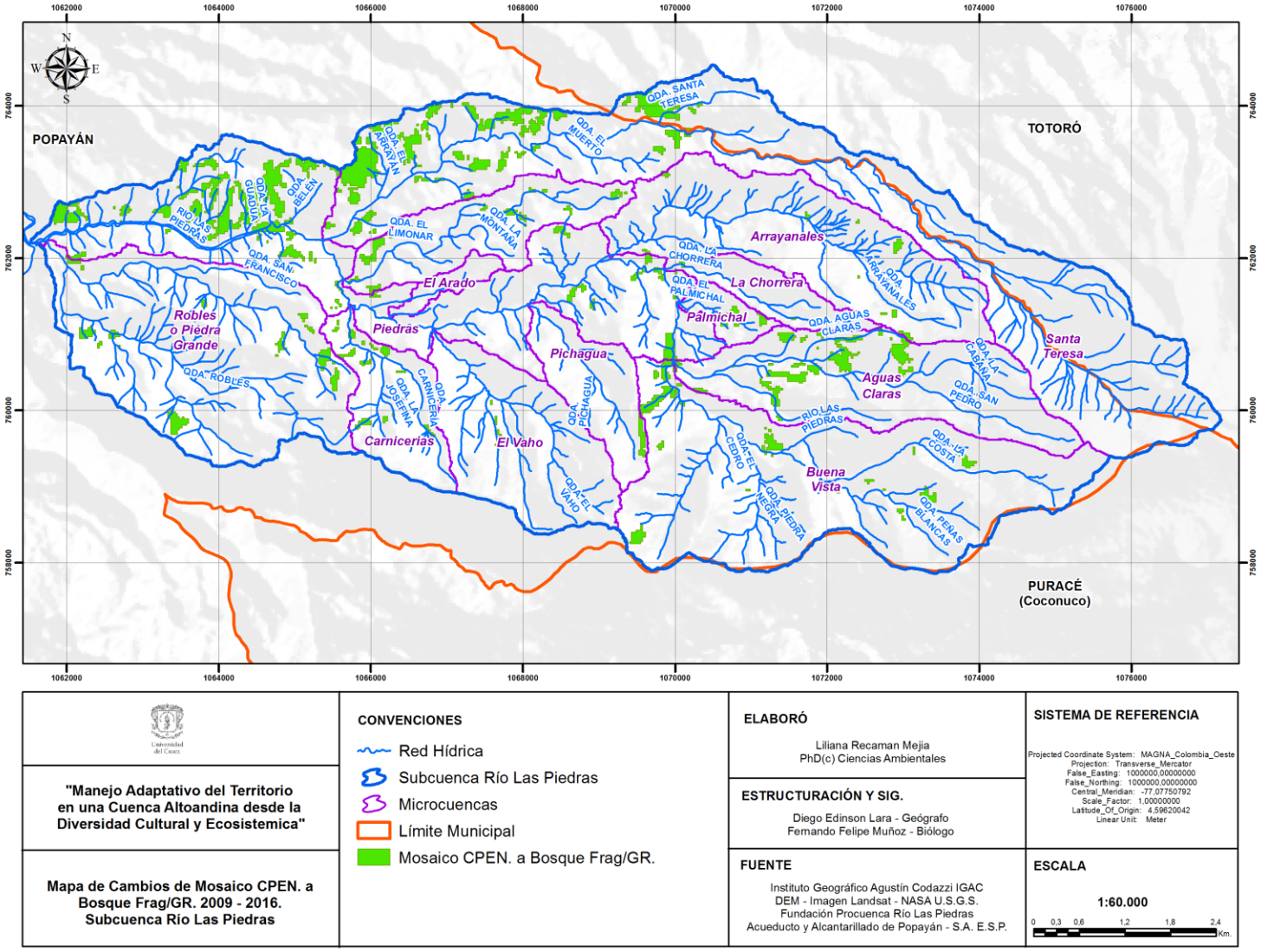




Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 2009-2016.

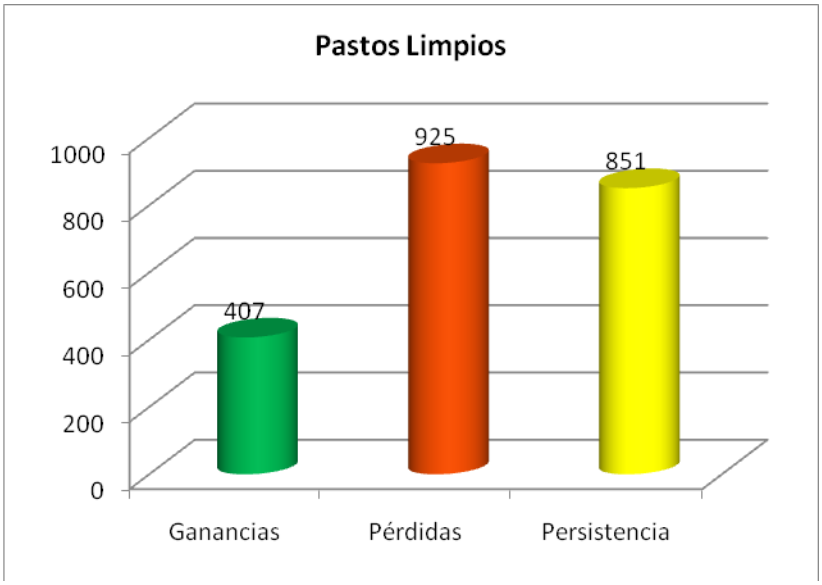


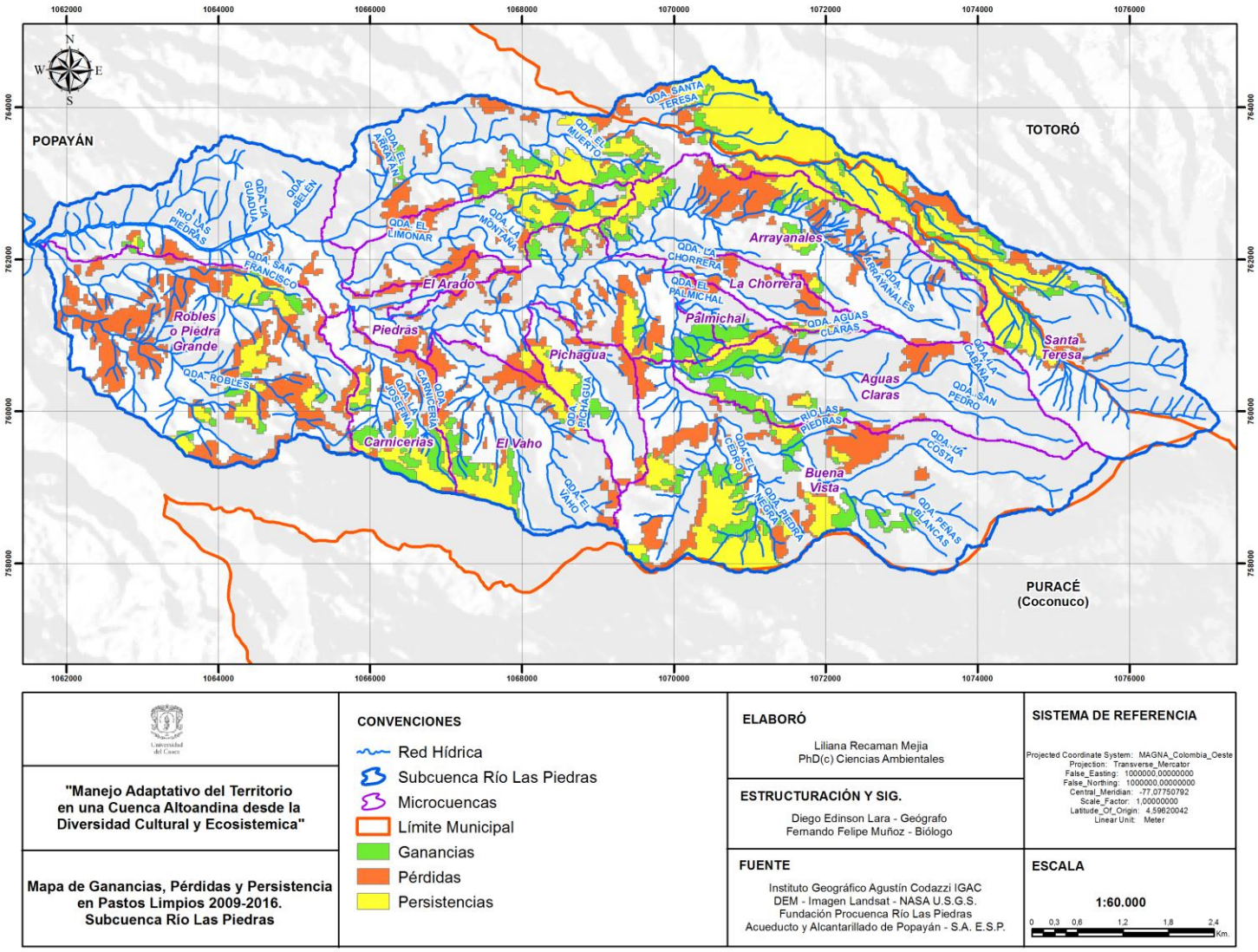
Mapa de cambios de PL. a BF/GR. 2009-2016.



Mapa de cambios de MCPEN. a BF/GR. 2009-2016.

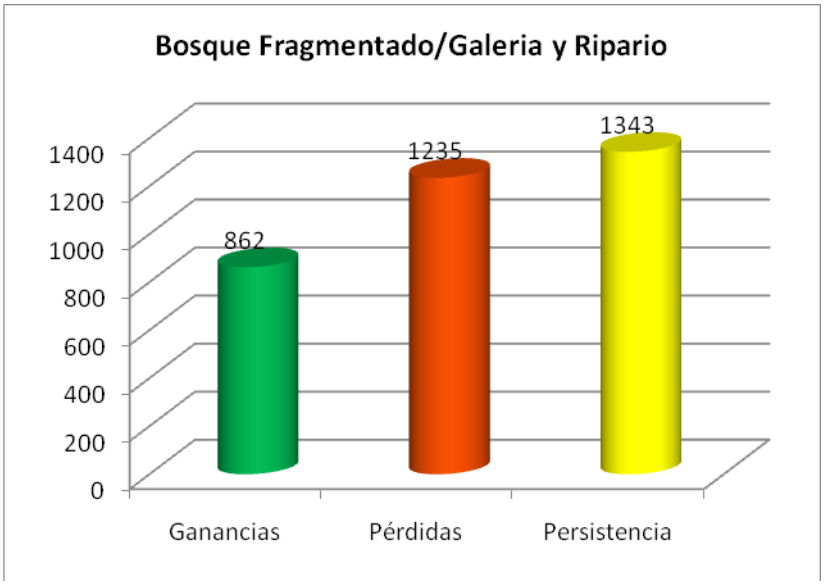
Ganancias, pérdidas y persistencia en Pastos Limpios 2009-2016.

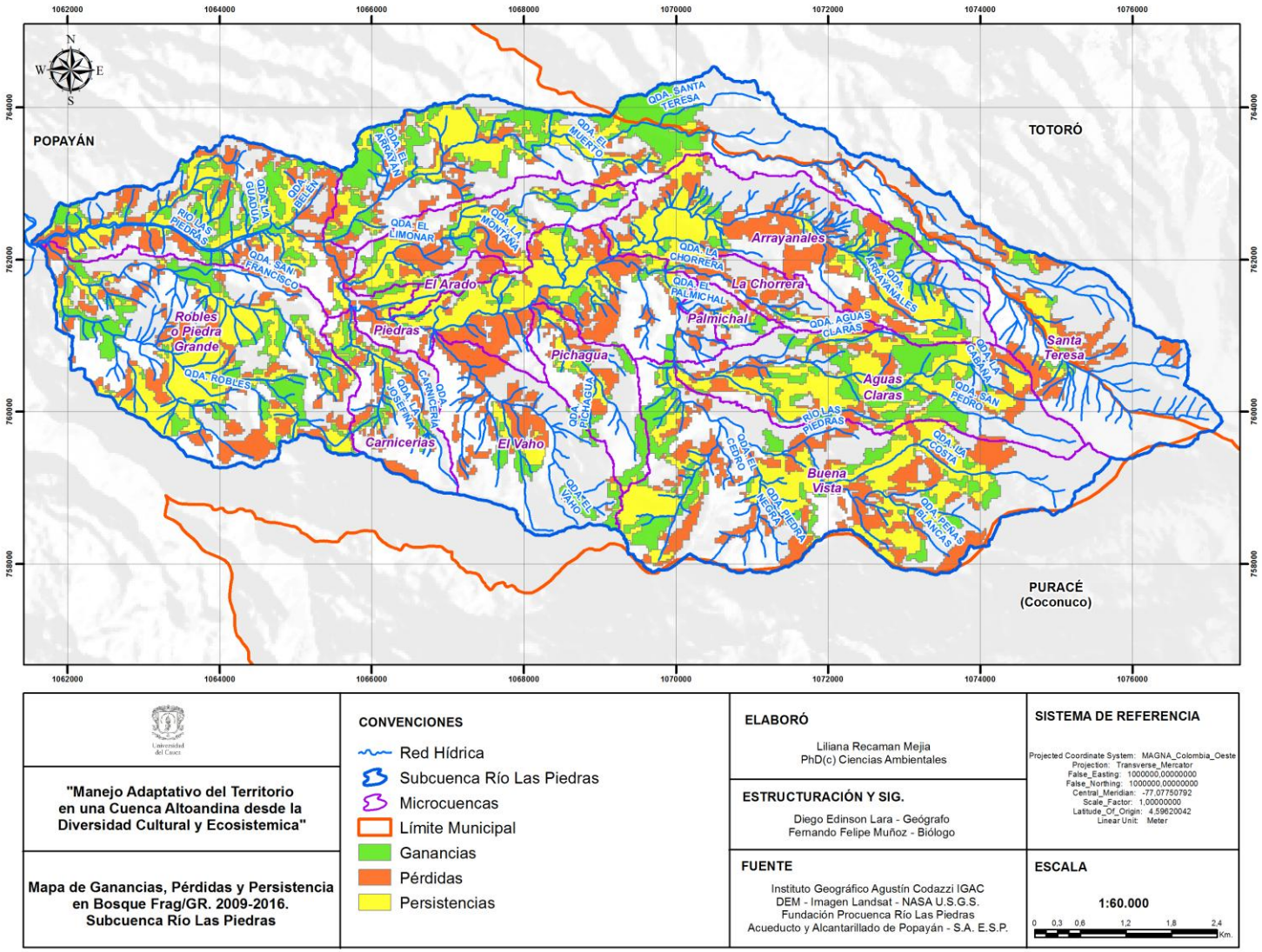




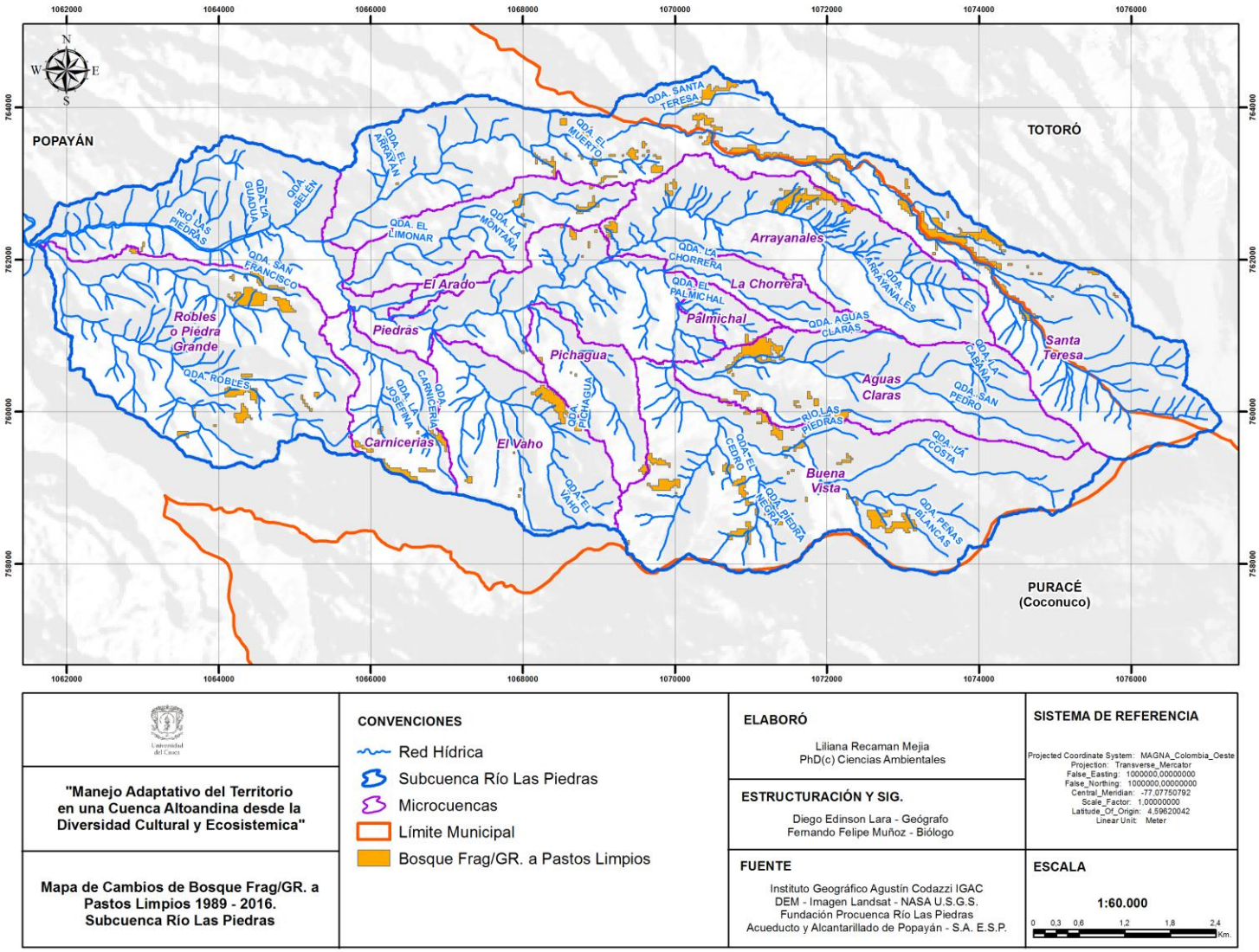
Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en PL. 2009-2016.

Ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 2009-2016.





Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 2009-2016.



Universidad del Cauca

"Manejo Adaptativo del Territorio en una Cuenca Altoandina desde la Diversidad Cultural y Ecosistemica"

Mapa de Cambios de Bosque Frag/GR. a Pastos Limpios 1989 - 2016. Subcuenca Río Las Piedras

CONVENCIONES

- Red Hídrica
- Subcuenca Río Las Piedras
- Microcuencas
- Límite Municipal
- Bosque Frag/GR. a Pastos Limpios

ELABORÓ

Liliana Recaman Mejia
PhD(c) Ciencias Ambientales

ESTRUCTURACIÓN Y SIG.

Diego Edinson Lara - Geógrafo
Fernando Felipe Muñoz - Biólogo

FUENTE

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC
DEM - Imagen Landsat - NASA U.S.G.S.
Fundación Procuenca Río Las Piedras
Acueducto y Alcantarillado de Popayán - S.A. E.S.P.

SISTEMA DE REFERENCIA

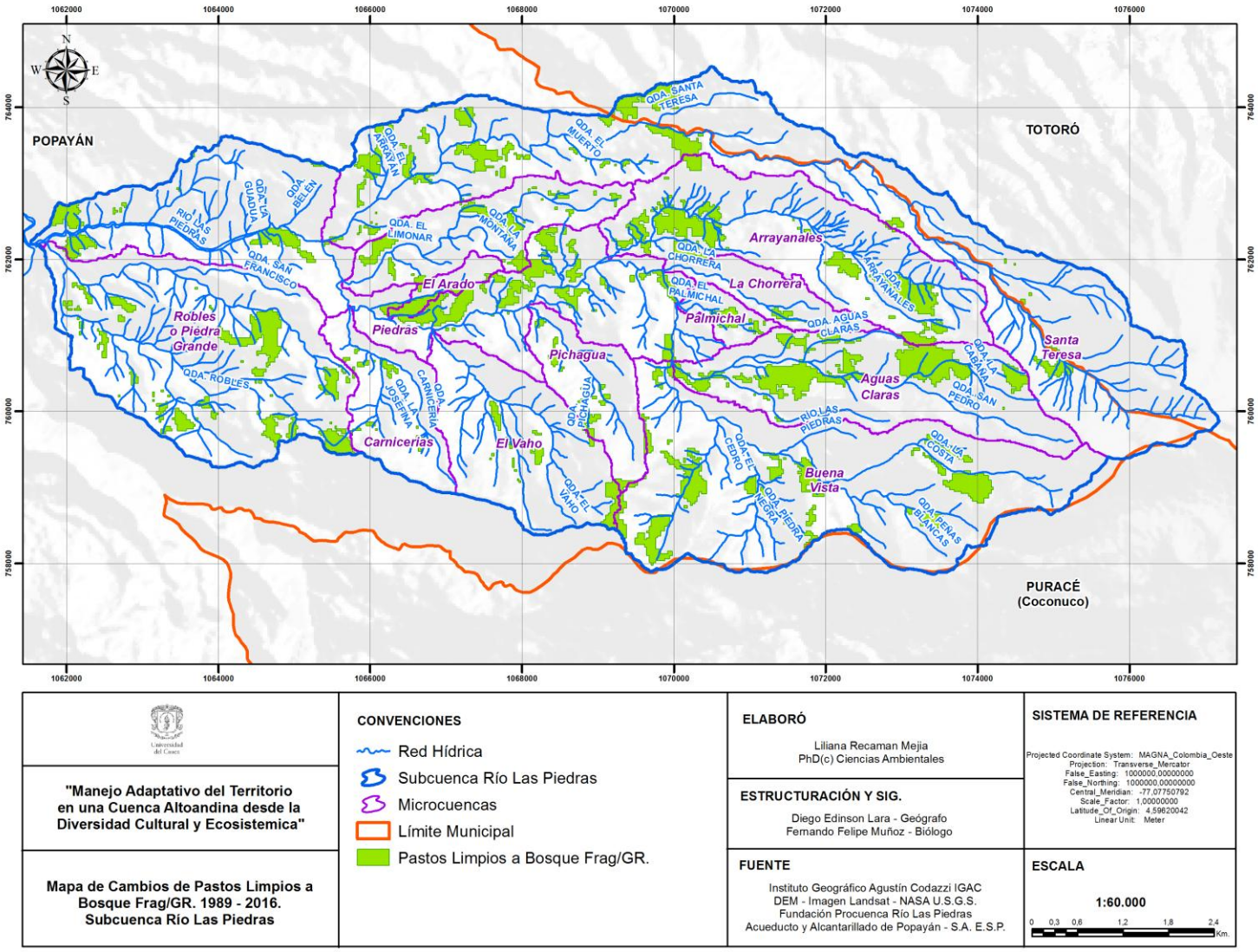
Projected Coordinate System: MAGNA_Colombia_Oeste
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 1000000,00000000
False_Northing: 1000000,00000000
Central_Meridian: -77,07750792
Scale_Factor: 1,00000000
Latitude_Of_Origin: 4,59620042
Linear Unit: Meter

ESCALA

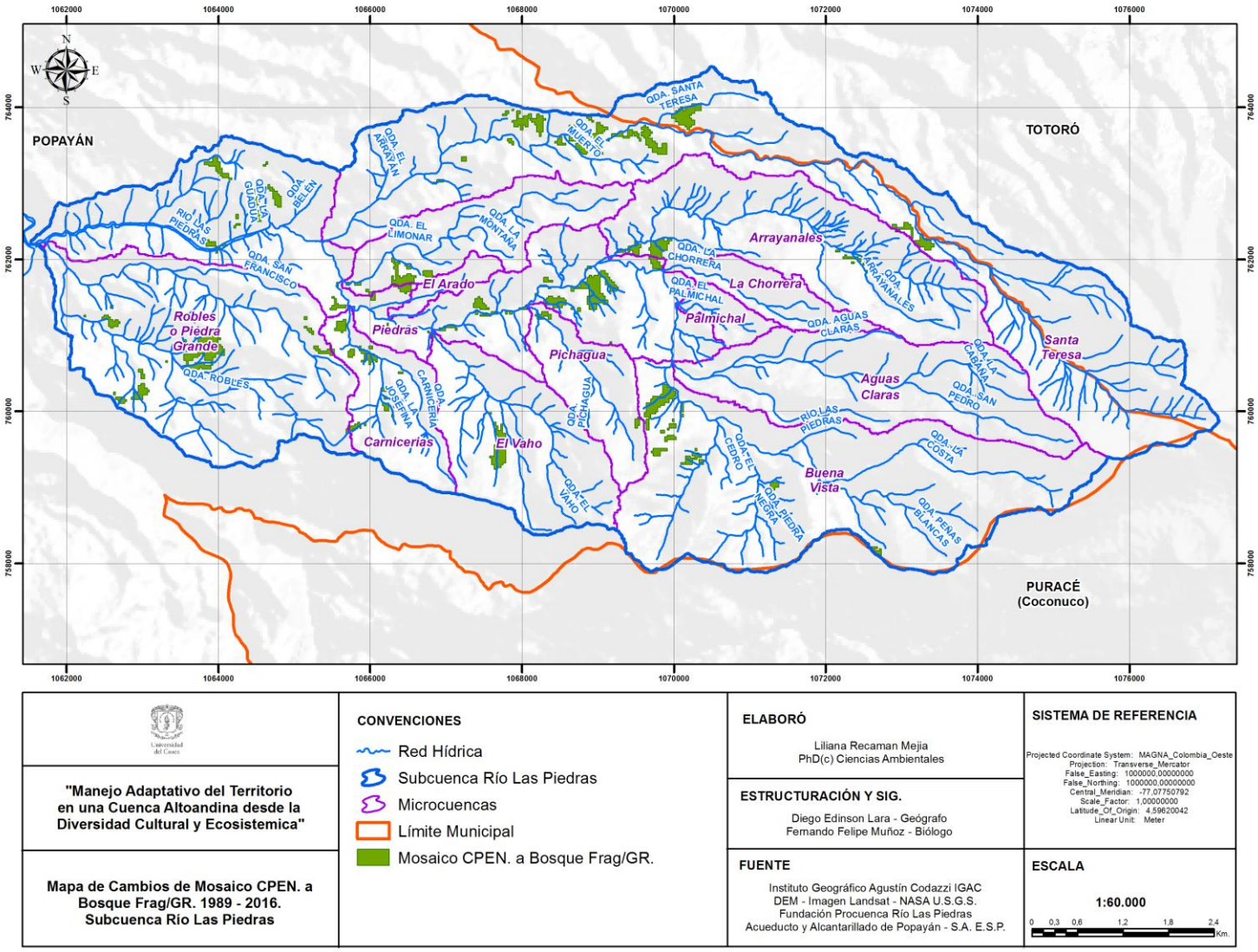
1:60.000

0 0,3 0,6 1,2 1,8 2,4 Km.

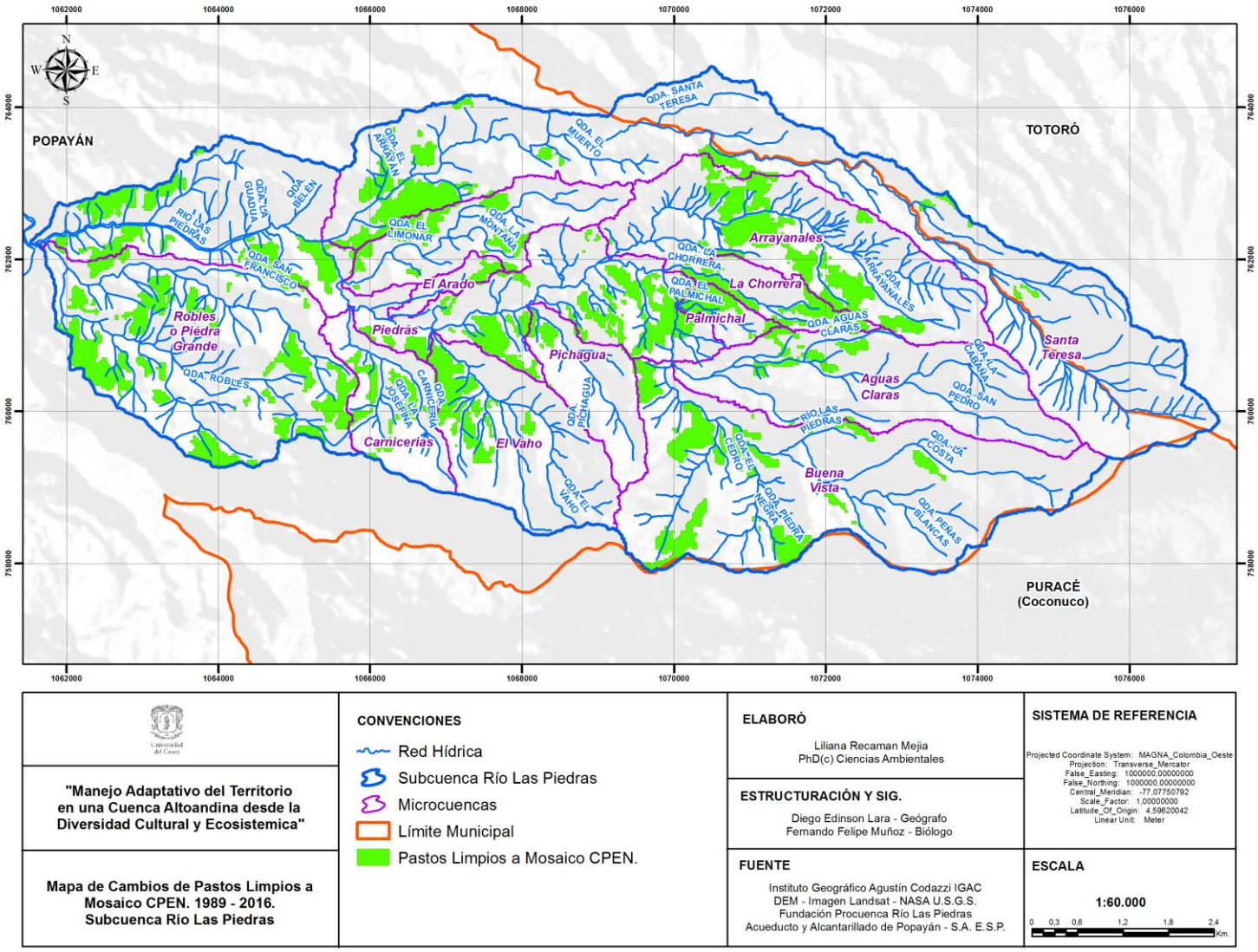
Mapa de cambios de BF/GR. a PL. 1989-2016.



Mapa de cambios de PL. a BF/GR. 1989-2016.



Mapa de cambios de MCPEN. a BF/GR. 1989-2016



"Manejo Adaptativo del Territorio en una Cuenca Altoandina desde la Diversidad Cultural y Ecosistemica"

Mapa de Cambios de Pastos Limpios a Mosaico CPEN. 1989 - 2016. Subcuenca Río Las Piedras

CONVENCIONES

- Red Hídrica
- Subcuenca Río Las Piedras
- Microcuencas
- Límite Municipal
- Pastos Limpios a Mosaico CPEN.

ELABORÓ

Liliana Recaman Mejia
PhD(c) Ciencias Ambientales

ESTRUCTURACIÓN Y SIG.

Diego Edinson Lara - Geógrafo
Fernando Felipe Muñoz - Biólogo

FUENTE

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC
DEM - Imagen Landsat - NASA U.S.G.S.
Fundación Procuenca Río Las Piedras
Acueducto y Alcantarillado de Popayán - S.A. E.S.P.

SISTEMA DE REFERENCIA

Projected Coordinate System: MAGNA_Colombia_Oeste
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 1000000.00000000
False_Northing: 1000000.00000000
Central_Meridian: -77.07750792
Scale_Factor: 1.00000000
Latitude_Of_Origin: 4.59620042
Linear Unit: Meter

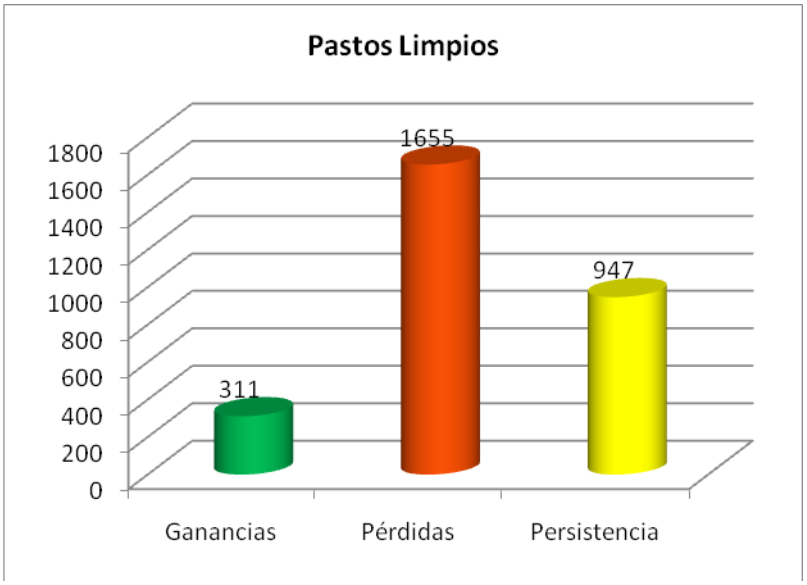
ESCALA

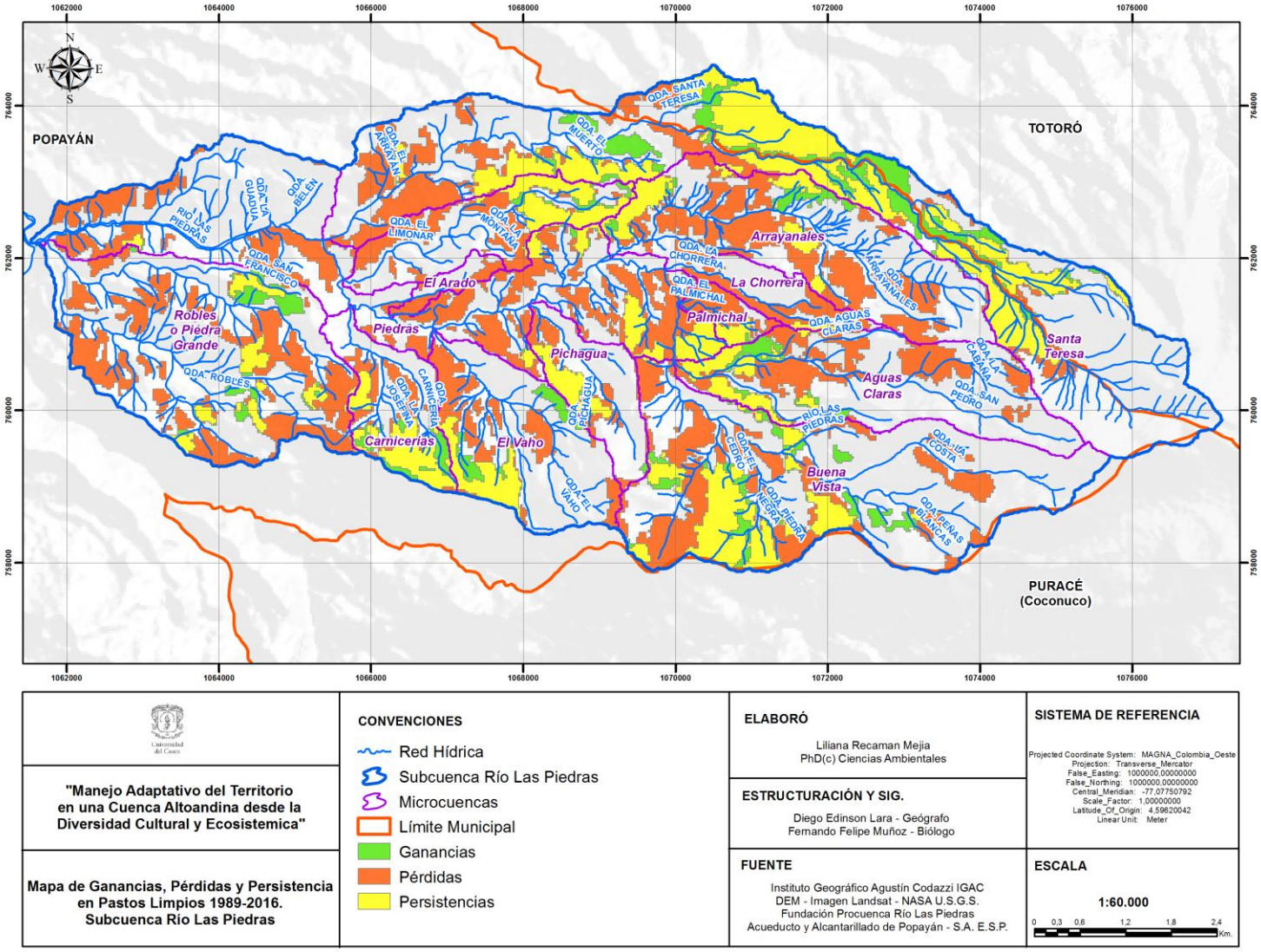
1:60.000

0 0,3 0,6 1,2 1,8 2,4 Km.

Mapa de cambios de PL. a MCPEN. 1989-2016.

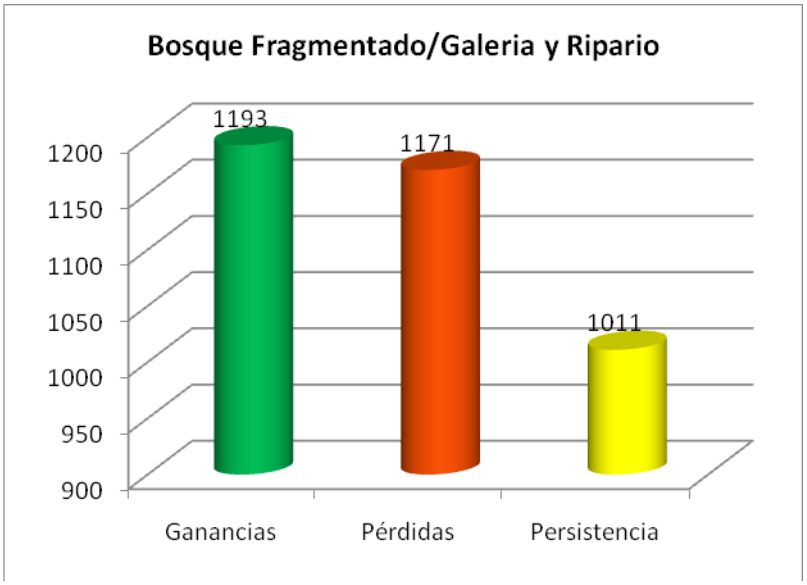
Ganancias, pérdidas y persistencia en Pastos Limpios 1989-2016.

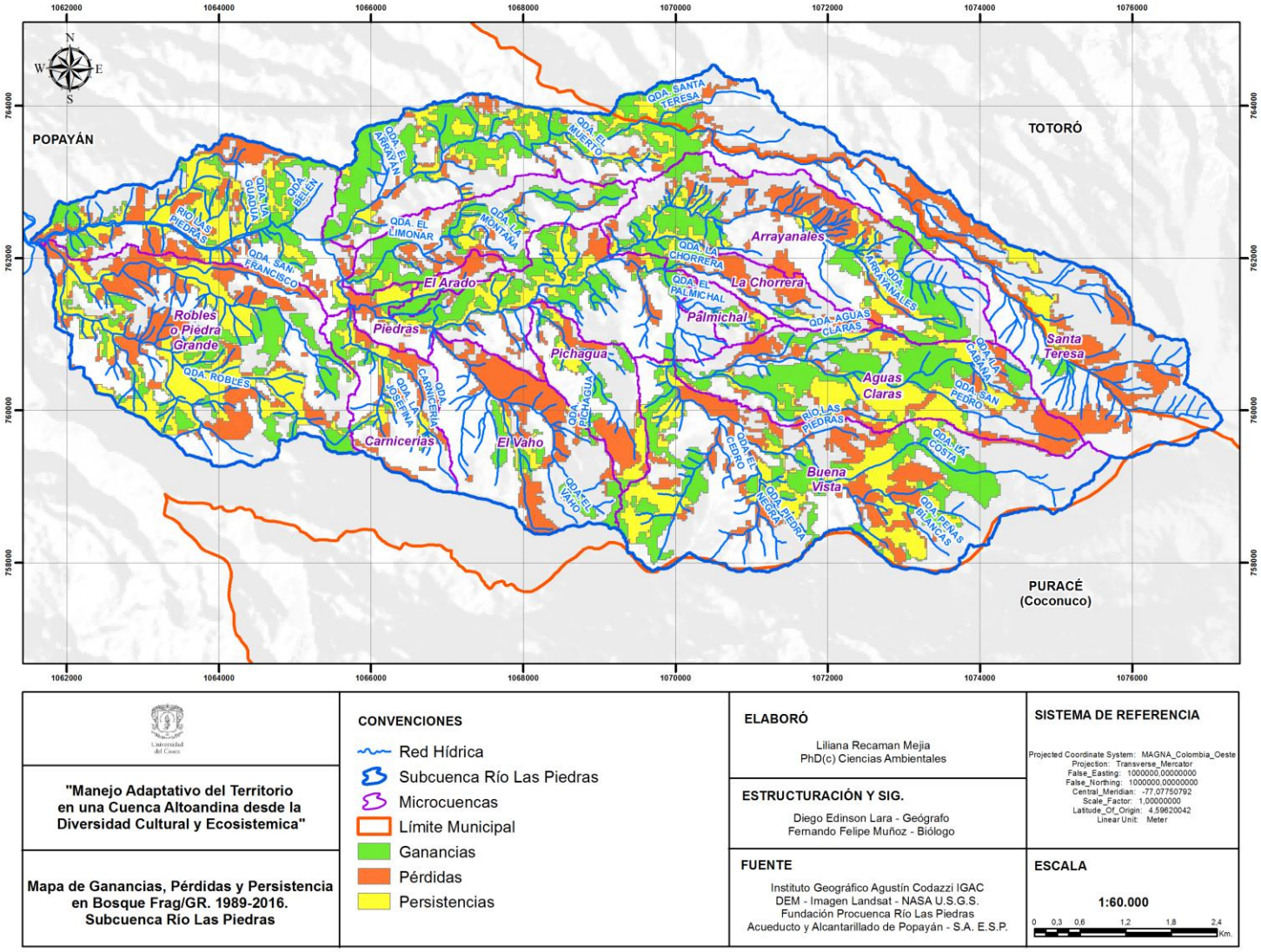




Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en PL. 1989-2016.

Ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1989-2016.





Mapa de ganancias, pérdidas y persistencia en BF/GR. 1989-2016.

Anexo 6. Tenencia de la tierra 1989 – 2016

Tabla de atributos tenencia de la tierra año 1989.

PREDIOS-ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	AÑO DE INTERVEN-CIÓN	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA
983	00-01-001-0037	SI	SI	DUEÑAS ECHEVARRY CECILIA - 114 HA.	1994	SANTA CECILIA	INTERVENIDO POR RIP Y R. QUINTANA	
1069	00-01-001-0086	SI	SI	LEHMANN GONZALEZ FABRICIO - 78 HA.	1987	SAN PEDRO - LA SELVA	INTERVENIDO POR RIP	2007
960	00 - 01 - 001 - 0135	SI	SI	TOVAR JULIO CESA - 141 HA.	1980	SAN JOSE	R. QUINTANA	
880	00-01-002-0053	SI	SI	SOCIEDAD MUÑOZ ARBOLEDA Y COMPAÑIA	1980	SAN ISIDRO	C. QUINTANA	
906	00-01-002-0047	SI	SI	SOCIEDAD MUÑOZ ARBOLEDA Y COMPAÑIA	1980	SAN ISIDRO	C. QUINTANA	
907	00-01-002-0290	SI	SI	SOCIEDAD MUÑOZ ARBOLEDA Y COMPAÑIA	1980	SAN ISIDRO	C. QUINTANA	
908	00-01-002-0436	SI	SI	SOCIEDAD MUÑOZ ARBOLEDA Y COMPAÑIA	1980	SAN ISIDRO	C. QUINTANA	
909	00-01-002-0374	SI	SI	SOCIEDAD MUÑOZ ARBOLEDA Y COMPAÑIA	1980	SAN ISIDRO	C. QUINTANA	
890	00-01-002-0046	SI	SI	ANGULO MUÑOZ Y COMPAÑIA	1998	SAN IGNACIO	C. QUINTANA	
1088	00-01-001-0078	SI	SI	ORTEGA ARIAS PEDRO PABLO - 7,6 HA.	1986	QUINTANA	INTERVENIDO POR RIP	
1034	00-01-002-0045	SI	SI	VALERO GONZALEZ CONCEPCIÓN - 104,8 HA.	1981	PORTA LECHE LA CEBA	R. QUINTANA	
956	00-01-001-0072	SI	SI	LEHMANN GONZALEZ FABRICIO - 90 HA.	1986	PEÑA BLANCA	INTERVENIDO POR RIP	2007
1006	00-01-002-0316	SI	SI	CONSTAIN GONZALEZ	1990	MONTEALEGRE	C. QUINTANA	

PREDIOS-ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	AÑO DE INTERVEN-CIÓN	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA
926	00-01-001-0009	SI	SI	CERON ASAEL - 89 HA. - LOS LLANITOS - CHORRO VIEJO	1998	LOS LLANITOS - CHORRO VIEJO	INTERVENIDO POR RIP	2012
894	00-01-002-0021	SI	SI	BAUTISTA GARCIA JUAN - 132,3 HA.	1993	LAS PIEDRAS	R. QUINTANA	
916	00-01-001-0074	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTEZ - 187 HA.	1986	LAS COSTA	INTERVENIDO POR RIP	2012
1059	00-01-001-0033	SI	SI	LEHMANN GONZALEZ FABRICIO	1986	LA SELVA	C. PURACE	2007
1082	00-01-001-0076	SI	SI	PENA MUÑOZ ALIRIO MARIA	1992	LA RIVERA - MANQUILLO	C. PURACE	
957	00-01-001-0102	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTES - 3,4 HA.	1986	LA RIVERA	INTERVENIDO POR RIP	
943	00-01-001-0073	SI	SI	MOSQUERA TROYA MARIA GLORIA - 65 HA.	1986	LA RINCONADA	INTERVENIDO POR RIP	2007
1033	00-01-002-0296	SI	SI	ANGULO MARIA PATRICIA	1998	LA PRIMAVERA	C. QUINTANA	2016
1007	00-01-002-0006	SI	SI	PERAFAN SIMMONDS Y COMPAÑIA	1990	LA LAGUNA	C. QUINTANA	
1023	00-01-002-0295	SI	SI	ANGULO MUÑOZ FRANCISCO	1998	LA JOSEFINA	C. QUINTANA	
904	00-01-002-0012	SI	SI	EDUARDO GUZMAN	1986	LA FLORIDA	C. QUINTANA	2007
929	00-01-001-0186	SI	SI	COLLAZOS MUÑOZ CARLOS ALBERTO - 54,5 HA.	1998	LA ESTANCIA	R.QUINTANA	
934	00 - 01 - 002 - 0297	SI	SI	ANGULO CLARA INES - 203 HA.	1998	LA CUMBRE	R. QUINTANA	
953	00 - 01 - 001 - 0016	SI	SI	HERMANOS RUIZ OROZCO	1974	LA CRESTA LOS LLANITOS	C. PURACE	2016
1086	00-01-001-0079	SI	SI	ORTEGA CORTEZ JOSEFINA (HDS) - 1,7 HA.	1986	LA CEJA	INTERVENIDO POR RIP	
857	00-01-002-0073	SI	SI	ANGULO MUÑOZ	1999	LA AURORA	C. QUINTANA	2016

PREDIOS-ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	AÑO DE INTERVEN-CIÓN	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA
927	00 - 01 - 001 - 0179	SI	SI	COLLAZOS FERNANDEZ MARIA ELENA - 83 HA. (SE MANTIENE 2007)	1998	LA ANTONIA	R. QUINTANA	
949	00-01-001-0021	SI	SI	GUEVARA CERON CARMEN ELENA - 150 HA.	1986	JUNTAS - LA ESPERANZA	INTERVENIDO POR RIP	2012
928	00-01-001-0037	SI	SI	COLLAZOS MORALES CLAUDIA XIMENA - 42,5 HA. (SE MANTIENE 2007)	1998	GIBRALTAR	R. QUINTANA	
941	00-01-001-0020	SI	SI	PAREDES ARIAS FRANCISCO LEON - 22 HA.	1988	EL RETIRO	INTERVENIDO POR RIP	2008
933	00 - 01 - 002 - 0298	SI	SI	ANGULO GILBERTO - 229,9 HA.	1998	EL RECREO LOTE 5	R. QUINTANA	
974	00-01-001-0104	SI	SI	AYERBE GONZALEZ LUIS EDUARDO - 50 HA. (2007)	1995	EL RASTROJO	R QUINTANA	
1087	00-01-001-0077	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTEZ - 43 HA.	1986	EL PORVENIR	INTERVENIDO POR RIP	2012
1016	00-01-001-0105	SI	SI	GUZMAN FRANCISCO EDUARDO - 50 HA.	1980	EL MEDIO LOTE 4	R. QUINTANA	
975	00-01-001-0103	SI	SI	AYERBE DE GUZMAN MARIA ELENA - 50 HA. (2007)	1998	EL LIMONAR	R QUINTANA	
977	00-01-001-0093	SI	SI	AYERBE MARCELA	1998	EL LAUREL	R. QUINTANA	
1018	00-01-001-0107	SI	SI	GUZMAN FRANCISCO EDUARDO - 50 HA.	1974	EL CANELO 2	R. QUINTANA	
1017	00-01-001-0106	SI	SI	GUZMAN FRANCISCO EDUARDO - 50 HA.	1974	EL CANELO 1	R. QUINTANA	
1019	00-01-001-0108	SI	SI	AYERBE GONZALEZ SAMUEL ENRRIQUE - 32 HA.	1964	EL CABUYO	R. QUINTANA	
944	00-01-001-0001		SI	HELIODORO ORTEGA ARIAS	1992	CONGOLO	INTERVENIDO POR RIP	
1004	00-01-001-0101	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTEZ - 17 HA.	1986	CAMPO BELLO	INTERVENIDO POR RIP	
938	00 - 01 - 001 - 0017	SI	SI	C. PURACE	1989	BUENA VISTA	C. PURACE	1994

PREDIOS-ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	AÑO DE INTERVEN-CIÓN	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA
890	00-01-002-0340	SI	SI	ANGULO MUÑOZ Y COMPAÑIA	1999	BORGOLLON	C. QUINTANA	2017
948	00-01-001-0075	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA PEÑA - 37 HA.	1987	AGUA COLORADA	INTERVENIDO POR RIP	2007

Tabla de atributos tenencia de la tierra año 2007.

PREDIOS_ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE INTERVENCIÓN	AÑO DE ENTREGA
1034	00-01-002-0045	SI		VALERO GONZALEZ CONCEPCIÓN - 104,8 HA.	PORTA LECHE LA CEBA	R. QUINTANA	1981	
926	00-01-001-0009	SI	SI	CERON ASAEL - 89 HA. - LOS LLANITOS - CHORRO VIEJO	LOS LLANITOS - CHORRO VIEJO	INTERVENIDO POR RIP	1998	
1007	00-01-002-0006	SI	SI	PERAFAN SIMMONDS Y COMPAÑIA	LA LAGUNA	C. QUINTANA	1990	
974	00-01-001-0104	SI		AYERBE GONZALEZ LUIS EDUARDO - 50 HA. (2007)	EL RASTROJO	R QUINTANA	1995	
1016	00-01-001-0105	SI	SI	GUZMAN FRANCISCO EDUARDO - 50 HA.	EL MEDIO LOTE 4	R. QUINTANA	1974	
1017	00-01-001-0106	SI						
1018	00-01-001-0107	SI						
983	00-01-001-0037	SI	SI	DUEÑAS ECHEVARRY CECILIA - 114 HA.	SANTA CECILIA	INTERVENIDO POR RIP Y R. QUINTANA Y ASOCAMPO	1992	
1019	00-01-001-	SI	SI	AYERBE GONZALEZ SAMUEL ENRRIQUE -	EL CABUYO	R. QUINTANA	1974	

PREDIOS_ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE INTERVENCIÓN	AÑO DE ENTREGA
	0108			32 HA.				
890	00-01-002-0340	SI	SI	ANGULO MUÑOZ Y COMPAÑIA	BORGOLLON	C. QUINTANA	1999	2017
1033	00-01-002-0296	SI	SI	ANGULO MARIA PATRICIA	LA PRIMAVERA	C. QUINTANA	1998	2016
1088	00-01-001-0078	SI	SI	ORTEGA ARIAS PEDRO PABLO - 7,6 HA.	QUINTANA	INTERVENIDO POR RIP	1986	2012
1087	00-01-001-0077	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTEZ - 43 HA.	EL PORVENIR	INTERVENIDO POR RIP	1986	2012
1082	00-01-001-0076	SI	SI	PENA MUÑOZ ALIRIO MARIA	LA RIVERA - MANQUILLO	C. PURACE	1992	
1004	00-01-001-0101	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTEZ - 17 HA.	CAMPO BELLO	INTERVENIDO POR RIP	1986	
949	00-01-001-0021	SI	SI	GUEVARA CERON CARMEN ELENA - 150 HA.	JUNTAS - LA ESPERANZA	INTERVENIDO POR RIP	1986	2012
1071	00-01-001-0095	SI						
916	00-01-001-0074	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTEZ - 187 HA.	LAS COSTA	INTERVENIDO POR RIP	1986	2012
935	00-01-001-0021	SI						
957	00-01-001-0102	SI	SI	HEREDEROS ORTEGA CORTES - 3,4 HA.	LA RIVERA	INTERVENIDO POR RIP	1986	2012
941	00-01-001-0020	SI	SI	PAREDES ARIAS FRANCISCO LEON - 22 HA.	EL RETIRO	INTERVENIDO POR RIP	1988	2012
954	00 - 01 - 001 - 0009	SI		CERON ASAEL - 89 HA.	LOS LLANITOS - CHORRO VIEJO	INTERVENIDO POR RIP	1998	2012
953	00 - 01 - 001 - 0016	SI	SI	MANUEL JOSE RUIZ	LA CRESTA - LOS LLANITOS	C. PURACE	1974	2016
894	00-01-002-0021	SI		BAUTISTA GARCIA JUAN - 132,3 HA.	LAS PIEDRAS	R. QUINTANA	1993	
890	00-01-002-	SI	SI	ANGULO MUÑOZ Y COMPAÑIA	SAN IGNACIO	C. QUINTANA	1998	2016

PREDIOS_ID	CÓDIGO PREDIAL	CONFLICTO	1989	PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE INTERVENCIÓN	AÑO DE ENTREGA
	0046							
857	00-01-002-0073	SI	SI	ANGULO MUÑOZ	LA AURORA	C. QUINTANA	1999	2016

Tabla de atributos tenencia de la tierra año 2014.

CÓDIGO PREDIAL	PERIMETRO	ÁREA	CONFLICTO	PROPIETARIO	NOM PREDIO	AÑO DE INTERVENCIÓN	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA	AÑO DE ENTREGA
19001000100020000000	10165	134	SI	ANGULO MUÑOZ Y COMPAÑIA	SAN IGNACIO	1998	C. QUINTANA	2016	
19001000100020000000	4736	52	SI	PERAFAN SIMMONDS Y COMPAÑIA	LA LAGUNA	1990	C. QUINTANA		
19001000100020200000	10785	245	SI		LA PRIMAVERA			2016	
19001000100020000000	4259	27	SI	ANGULO MUÑOZ	LA AURORA	1999	C. QUINTANA	2016	
19001000100020000000	6791	64	SI	VALERO GONZALEZ CONCEPCIÓN	PORTA LECHE LA CEBA	1981	R. QUINTANA		
19001000100020000000	7584	128	SI	BAUTISTA GARCIA JUAN	LAS PIEDRAS	1993	R. QUINTANA		
19001000100010000000	21511	576	SI	INVERSIONES AGROGANADERAS LIMITADA SANTA TERESA	SANTA TERESA	2007	C. QUINTANA		
19001000100010100000	5730	133	SI	GUZMAN FRANCISCO EDUARDO - 50 HA.	EL CANELO	1974	R. QUINTANA		
19001000100010000000	6243	127	SI	SOCIEDAD PISCIFACTORIA EL DIVISO	EL DIVISO	2014	PRETENDIDO POR C. QUINTANA		NO TIENE ACUERDO DE NEGOCIACIÓN
19001000100010000000	6636	113	SI	DUEÑAS ECHEVARRY CECILIA	SANTA CECILIA	1992	POR RIP, QUINTANA Y ASOCAMPO		
19001000100010000000	1788	15	SI		BORGOLLON				
19001000100010000000	2463	21	SI	PENA MUÑOZ ALIRIO	LA RIVERA -	1992	C. PURACE		

CÓDIGO PREDIAL	PERIMETRO	ÁREA	CONFLICTO	PROPIETARIO	NOM PREDIO	AÑO DE INTERVENCIÓN	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA	AÑO DE ENTREGA
				MARIA	MANQUILLO				
19001000100010000000	2623	38	SI	MANUEL JOSE RUIZ	LA CRESTA LOS LLANITOS	1974	C. PURACE	2016	

Tabla de atributos tenencia de la tierra año 2016.

CÓDIGO PREDIAL	PERIMETRO	ÁREA	CONFLICTO	PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	AÑO DE INTERVENCIÓN	ACTOR QUE INTERVIENE	AÑO DE ENTREGA
19001000100010100000	5730	133	SI	GUZMAN FRANCISCO EDUARDO - 50 HA.	EL CANELO			
19001000100010000000	6243	127	SI	SOCIEDAD PISCIFACTORIA EL DIVISO	EL DIVISO	2014	PRETENDIDO POR C. QUINTANA	
19001000100020000000	4736	52	SI	PERAFAN SIMMONDS Y COMPAÑIA	LA LAGUNA	1990	C. QUINTANA	
19001000100020000000	7584	128	SI	BAUTISTA GARCIA JUAN	LAS PIEDRAS	1993	R. QUINTANA	
19001000100010000000	6636	113	SI	DUEÑAS ECHEVARRY CECILIA	SANTA CECILIA	1992	POR RIP, QUINTANA Y ASOCAMPO	
19001000100010000000	21511	576	SI	INVERSIONES AGROGANADERAS LIMITADA SANTA TERESA	SANTA TERESA	2007	C. QUINTANA	