

**APROPIACIÓN SOCIAL DE UNA TECNOLOGIA NO CONVENCIONAL PARA  
EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA VIVIENDA, VEREDA EL MOTILÓN,  
PASTO (NARIÑO)**

**EDWIN ALFREDO MARTÍNEZ JARAMILLO**

**NELSON ORLANDO NARVAEZ MORA**

**PROGRAMA MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES EXTENSION PASTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**PEREIRA, RISARALDA**

**2017**

**APROPIACIÓN SOCIAL DE UNA TECNOLOGIA NO CONVENCIONAL PARA  
EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA VIVIENDA, VEREDA EL MOTILÓN,  
PASTO (NARIÑO)**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Magister en Ciencias Ambientales – Modalidad Profundización

**EDWIN ALFREDO MARTÍNEZ JARAMILLO**

Ingeniero Sanitario – Esp. En Gestión Ambiental Local

**NELSON ORLANDO NARVAEZ MORA**

Ingeniero Sanitario – Esp. En Gestión Ambiental Local

**Director:**

**Ph.D. JHONNIERS GUERRERO ERAZO**

**Grupo de Investigación en agua y saneamiento**

**Universidad Tecnológica de Pereira**

**Programa Maestría En Ciencias Ambientales Extensión Pasto**

**Facultad de Ciencias Ambientales**

**Pereira, Risaralda**

**2017**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma Presidente de Jurado**

---

**Firma Jurado**

---

**Firma Jurado**

Pereira, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2017

*“La facultad y los jurados del trabajo de grado  
no son responsables por las ideas emitidas  
por los autores del mismo”*

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Amparo, quien me apoya y alienta constantemente en la consecución de mis metas. Gracias por ser mi Amparo....

A mis hijas Gabriela y Daniela, quienes me inspiran constantemente para trazarme metas, para esforzarme por alcanzarlas y para lograr triunfos y éxitos, los cuales siempre serán dedicados a Uds. Sé que mis dos princesas tomaran el ejemplo de sus padres y logaran unos triunfos aún mayores.

A mis padres, Luis Alfredo y Cecilia por su ejemplo e incondicional apoyo en mi formación personal y profesional.

*Alfredo Martínez J.*

## **DEDICATORIA**

Los resultados de este proyecto de investigación, están dedicados a instituciones responsables de atender a las comunidades rurales que aún no disponen de estrategias y alternativas tecnológicas para afrontar la problemática de la calidad del agua para consumo humano en el Departamento de Nariño.

*Nelson Narváez M.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, especialmente a los Doctores Juan Mauricio Castaño y Jhonniers Guerrero Erazo, por extender a la ciudad de Pasto la Maestría de Ciencias Ambientales, igualmente extendemos nuestros agradecimientos a los profesores que nos transmitieron valiosas enseñanzas y al personal administrativo por su colaboración.

Al director del proyecto de investigación Ph.D. Jhonniers Guerrero Erazo, por su orientación y a la MSc. Jenny Adriana García, por sus valiosos aportes.

Al PAP-PDA Nariño, por la financiación de este proyecto de investigación, por replicar las experiencias de este proyecto y crear a partir de esta investigación, el programa “Khuyayaku” para continuar ejecutando proyectos de investigación aplicada en el área de saneamiento básico, mediante la implementación de tecnologías no convencionales enfatizando en sus procesos de apropiación social, para atender principalmente a comunidades rurales e indígenas.

A la comunidad de la vereda El Motilón por su interés y apoyo prestado para la ejecución de esta investigación en sus diferentes fases.

A la Universidad Mariana, Universidad de Nariño y al Instituto Departamental de Salud de Nariño, por su colaboración para la ejecución de este proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xix
1. INTRODUCCIÓN .....	22
1.1 Justificación.....	23
1.2 Marco Teórico General .....	25
1.2.1 Sistema ambiental. ....	25
1.2.2 Tecnologías no convencionales de tratamiento del agua para consumo humano a nivel domiciliario. ....	27
1.2.3 Apropiación social de tecnologías.....	35
1.2.4 Metodologías o estrategias participativas en educación sanitaria. ....	38
1.2.5 Metodología de análisis multicriterio.....	39
1.3. OBJETIVOS.....	43
1.3.1 Objetivo General. ....	43
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	43
2. METODOLOGÍA .....	44
2.1 Lugar de estudio. ....	44
2.2 Diseño Metodológico. ....	45
2.1 Metodología – Objetivo Específico 1 .....	46
2.2 Metodología - Objetivo Específico 2.....	47
2.3 Metodología - Objetivo Específico 3.....	48

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
3.1 Diagnóstico del sistema ambiental en el sector centro de la vereda El Motilón.....	50
3.1.1 Componente biótico-natural.....	50
3.1.2 Componente humano y social.....	63
3.1.3 Percepción de la comunidad sobre el sistema ambiental.....	85
3.1.4 Componente institucional.....	91
3.1.5 Análisis integral.....	95
3.2 Identificación y selección de una metodología para generar la apropiación social de la tecnología de filtros doble vela cerámica para mejorar la calidad del agua para consumo humano.....	102
3.2.1 Metodologías participativas de educación sanitaria en agua potable y saneamiento básico.....	103
3.2.2 Selección de la metodología de educación sanitaria a aplicar.....	108
3.3 Aplicación y evaluación de la metodología PHAST para la apropiación social de la tecnología de filtro de doble vela cerámica en el sector centro de la Vereda el Motilón, corregimiento del Encano, municipio de Pasto.....	114
3.3.1 Aplicación y evaluación de la metodología o estrategia de apropiación social en la vereda Motilón.....	114
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	162
BIBLIOGRAFÍA.....	167
APÉNDICES.....	176

## Índice de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Sistema ambiental .....	26
Figura 2. Esquema del filtro de velas cerámicas. ....	33
Figura 3. Niveles jerárquicos metodología AHP .....	41
Figura 1. Localización de la vereda El Motilón.....	47
Figura 5. Subcuenca motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano.....	51
Figura 6. Ubicación de vertimientos sobre la quebrada Motilón - Sector Centro.....	79
Figura 7. Identificación puntos de vertimientos a la quebrada Motilón - Sector Centro .....	79
Figura 8. Servicios vs demanda en la sub-cuenca El Motilón .....	99
Figura 9. Cálculos algebraicos aplicación de la metodología AHP .....	112
Figura 10. Estructura general método PHAST.....	115
Figura 11. Estructura del método phast, modificada al contexto .....	116
Figura 12. Línea de tiempo. ....	118
Figura 13. Código VBA aplicado en Excel.....	139
Figura 14. Interfaz de registro de usuario .....	140
Figura 15. Base de datos básicos.....	141
Figura 16. Selección a través de listas desplegables .....	142

## Índice de Gráficas

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Pirámide demográfica discriminada por sexo y edad.....	65
Gráfica 2. Tipo de población.....	66
Gráfica 3. Actividades económicas en la vereda Motilón centro.....	67
Gráfica 4. Afectaciones a la salud más frecuente.....	80
Gráfica 5. Uso de pretratamiento para el filtro.....	146
Gráfica 6. Ubicación adecuada/no adecuada del filtro.....	147
Gráfica 7. Asistencia a talleres de educación sanitaria .....	148
Gráfica 8. Uso del filtro.....	149
Gráfica 9. Uso de implementos de limpieza del filtro.....	150
Gráfica 10. Problemas presentados en los filtros .....	153
Gráfica 11. Promedio de consumo de agua filtrada (l/día) .....	154
Gráfica 12. Comportamiento de los filtros con respecto a los parámetros microbiológicos .....	156
Gráfica 13. Comportamiento de los filtros con respecto a los parámetros de turbiedad y color	159
Gráfica 14. Comportamiento de los filtros con respecto al pH.....	160

## Índice de Fotografías

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1 y 2. Quebrada Motilón.....	53
Fotografía 3. Pendientes sub-cuenca Motilón.....	56
Fotografía 4 y 5. Deforestación de la parte media y baja de la sub-cuenca.....	57
Fotografía 6. Asentamiento de las familias en la parte baja sub –cuenca Motilón.....	58
Fotografía 7. Área de conservación, sub-cuenca Motilón.....	59
Fotografía 8. Levantamiento del censo sanitario.....	64
Fotografía 9. Cultivos de papa - Sector Acacias .....	67
Fotografía 10 y 11. Viviendas de la vereda Motilón Centro.....	69
Fotografía 12. Fuente de abastecimiento y bocatoma acueducto Motilón Centro.....	70
Fotografía 13. Disposición final de aguas residuales (Incorrecta disposición).....	78
Fotografía 14. Disposición final de aguas residuales (Correcta disposición).....	78
Fotografía 15. Taller participativo (Diagrama histórico).....	86
Fotografía 16. Taller participativo (Mapa parlante).....	86
Fotografía 17 y 18. Actividades de deforestación y carboneo identificadas.....	96
Fotografía 19. Deslizamientos identificados.....	97
Fotografía 20. Participación comunitaria en la fase de diseño del sistema de monitoreo de la adopción ocial.....	138

## Índice de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Escala fundamental para comparaciones por pares de Saaty.....	42
Tabla 2. Sistema de drenaje de la sub-cuenca Motilón.....	52
Tabla 3. Relieve sub-cuenca Motilón.....	53
Tabla 4. Sectores de la vereda Motilón Centro.....	63
Tabla 5. Análisis microbiológico de las fuentes de abastecimiento de las veredas de la laguna de La Cocha.....	70
Tabla 6. Aparatos sanitarios de las viviendas por cada sector.....	77
Tabla 7. Rejilla de calificación de problemas sociales, ambientales y técnicos.....	89
Tabla 8. Determinación de pesos globales y selección de la metodología más idónea.....	113
Tabla 9. Frecuencias de medición de indicadores.....	138

## Índice de Cuadros

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Clasificación de suelos en la vereda El Motilón.....	54
Cuadro 2. Evaluación del sistema comunitario de abastecimiento de agua sector centro.....	72
Cuadro 3. Apoyo institucional en la vereda El Motilón.....	92
Cuadro 4. Criterios para cada componente señalado.....	101
Cuadro 5. Principales metodologías o estrategias de formación y sensibilización sobre los problemas de higiene y de salud relativos al agua y al saneamiento básico.....	104
Cuadro 6. Criterios de decisión.....	109
Cuadro 7. Actividad de preparación.....	119
Cuadro 8. Actividad de acercamiento con la comunidad y el territorio.....	120
Cuadro 9. Actividad de desarrollo del diagnóstico de las condiciones sanitarias de la población .....	121
Cuadro 10. Actividad de análisis del modelo comunitario para la gestión del agua para consumo humano.....	122
Cuadro 11. Actividad de descripción de la tecnología a implementar en la comunidad.....	122
Cuadro 12. Actividad de fomento a la participación comunitaria y construcción de capacidades .....	123
Cuadro 13. Resultados taller planificación de nuevas instalaciones y nuevo comportamiento.....	124
Cuadro 14. Resultados taller de formación de los niños.....	128
Cuadro 15. Actividad de seguimiento de la apropiación tecnológica.....	130
Cuadro 16. Resultados taller planificación del monitoreo y la evaluación.....	131
Cuadro 17. Objetivos del sistema de monitoreo.....	135

Cuadro 18. Criterios para la selección de indicadores .....	136
Cuadro 19. Indicadores para seguimiento de la apropiación tecnológica en la vereda motilón .	137
Cuadro 20. Actividad de evaluación del proceso .....	144

## RESUMEN

La implementación de tecnologías no convencionales de abastecimiento y tratamiento del agua, son las soluciones más acordes a las características de las zonas rurales del departamento de Nariño. Sin embargo, la sola implementación resulta ser insuficiente para solucionar los problemas de calidad del agua. Se ha comprobado que en algunas zonas rurales donde se han implementado tecnologías bien sean convencionales o no convencionales de tratamiento de agua, las cuales generalmente han sido impuestas a las comunidades sin haber tenido en cuenta factores claves que permitan generar su apropiación, como lo son el reconocimiento de: su contexto socioambiental, de la capacidad de organización, de los niveles de educación de la población, de la complejidad de la tecnología, de los costos y facilidad de acceso a insumos y repuestos, del grado de sensibilización de la población acerca de los problemas de salud asociados al consumo de agua de mala calidad, de la receptibilidad hacia el cambio y el desconocimiento de las metodologías apropiadas para capacitar a las comunidades beneficiarias en temáticas relacionadas con la educación sanitaria complementada con la capacitación en la operación y mantenimiento de la o las tecnologías a implementar, éstas intervenciones han presentado serias fallas en su operación, provocando así su posterior rechazo y finalmente su abandono.

Motivado por lo anterior, surgió la necesidad de realizar la presente investigación, mediante la cual se intervino en la zona rural del municipio de Pasto, específicamente en la vereda El Motilón, perteneciente al corregimiento del Encano.

Inicialmente se realizó el reconocimiento del contexto intervenido, a través de la elaboración del diagnóstico del sistema ambiental de la vereda El Motilón, identificando el estado de los componentes biótico natural, humano y social e institucional, lo anterior orientó el proceso

de búsqueda y selección de una metodología de educación sanitaria acorde al contexto, la cual a su vez fomente en la población hábitos saludables y la apropiación social de la tecnología no convencional de tratamiento del agua para consumo humano a implementar, en este caso los filtros de doble vela cerámica.

Posteriormente se identificaron metodologías de educación sanitaria que resultaron ser factibles para aplicar en la vereda El Motilón, surgiendo la necesidad de realizar un análisis de alternativas para seleccionar la más acorde al contexto identificado. La aplicación de la metodología AHP fue entonces de gran utilidad para realizar una adecuada toma de decisión en la elección de la metodología de educación sanitaria PHAST, dotando de un rigor científico este proceso de selección, permitiendo comparar las diferentes alternativas identificadas y evaluar criterios cuantitativos como cualitativos, verificando su consistencia en los juicios de valor propuestos.

Se aplicó la metodología PHAST, la cual resultó ser muy completa y gracias a su flexibilidad permitió su fácil adaptación al contexto específico, logrando que la población reconozca y priorice sus principales problemas, siendo el principal el consumo de agua no apta para el consumo humano. Posteriormente de manera conjunta con la población se continuó haciendo su análisis y la planificación de soluciones, cambios de comportamiento, monitoreo y evaluación.

Se puede afirmar de manera contundente, que se logró alcanzar la apropiación social de la tecnología implementada, existiendo muchas evidencias para soportar esta afirmación, ya que mediante el proceso de monitoreo y seguimiento, los indicadores propuestos y evaluados, reflejaron claramente el uso continuo del filtro, el consumo diario del agua filtrada, la percepción de la información transmitida en los talleres, evidenciándose en el uso de pretratamiento, en la

adquisición y uso de implementos de limpieza del filtro y en la generación en la población del reconocimiento de los factores de riesgo hacia la salud asociados al consumo de agua de mala calidad y como el uso de la nueva tecnología permite la disminución de estos riesgos.

***Palabras clave:*** Apropiación social de tecnologías, tecnologías no convencionales para tratar el agua, filtros de vela cerámica, metodología de análisis multicriterio AHP, método PHAST.

## ABSTRACT

The implementation of non-conventional water supply and treatment technologies are the most appropriate solutions to the characteristics of the rural areas of the department of Nariño. However, the single implementation turns out to be insufficient to solve water quality problems. It has been shown that in some rural areas where technologies have been implemented, whether conventional or non-conventional water treatment, which have generally been imposed on communities without having taken into account key factors that allow them to generate their appropriation, such as: Recognition of their socio-environmental context, organizational capacity, education levels of the population, the complexity of technology, costs and ease of access to inputs and spare parts, the degree of awareness of the population about The health problems associated with the consumption of poor quality water, the receptivity to change and the lack of appropriate methodologies to train the beneficiary communities in health education related topics, complemented with training in the operation and maintenance of water or the technologies to be implemented, these interventions have presented failures in its operation, provoking its subsequent rejection and finally its abandonment.

For that reason, it was necessary arose to carry out the present investigation, by means of which it intervened in the rural zone of the municipality of Pasto, specifically in El Motilón village, pertaining to the corregimiento of El Encano.

Initially the recognition of the intervened context was carried out, through the elaboration of the diagnosis of the environmental system of El Motilón, identifying the state of the biotic components natural, human, social and institutional, this guided the process of search and selection of a methodology of health education according to the context, which in turn promotes healthy

habits and social appropriation of non-conventional technology for the treatment of water for human consumption to be implemented, in this case double ceramic candle filters.

Later, we identified health education methodologies that were feasible to apply in El Motilón village, with the need to perform an analysis of alternatives to select the one most in line with the identified context. The application of the AHP methodology was then very useful to make an appropriate decision in the choice of the PHAST health education methodology, providing a scientific rigor to this selection process, allowing to compare the different alternatives identified and to evaluate quantitative criteria as qualitative, verifying their consistency in the proposed value judgments.

The PHAST methodology was applied, which proved to be very complete and thanks to its flexibility allowed its easy adaptation to the specific context, making the population recognize and prioritize their main problems, the main one being the consumption of water unfit for human consumption. Later, together with the population, they continued their analysis and planning of solutions, behavioral changes, monitoring and evaluation.

It can be stated conclusively that if the social appropriation of the implemented technology was achieved, there is much evidence to support this assertion, since through the monitoring and follow-up process, the indicators proposed and evaluated clearly reflected the continuous use of the filter, the daily consumption of the filtered water, the perception of the information transmitted in the workshops, evidencing the use of pretreatment, the acquisition, use of filter cleaning implements, and the generation in the population of the recognition of the risk factors towards the health associated with the consumption of poor quality water and as the use of the new technology allows the reduction of this risk.

***Key words:*** Social appropriation of technologies, unconventional technologies to treat water, ceramic candle filters, AHP an multicriterio methodology, PHAST method.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE 2005), Nariño es considerado como un departamento de tipo rural, ya que aproximadamente el 53,91% de su población se asienta en zonas rurales. Las zonas rurales de la mayoría de sus trece subregiones, se caracterizan por: su relieve montañoso y quebrado, el asentamiento disperso de la población, la falta de unas adecuadas vías de comunicación o por su inexistencia y por las difíciles condiciones del orden público entre otros factores.

Lo anterior, ha elevado los costos y en general ha dificultado a las administraciones del orden municipal, departamental y nacional, la implementación de soluciones convencionales para el abastecimiento y/o tratamiento del agua para el consumo humano en las zonas rurales, reflejándose esto, en el bajo porcentaje de cobertura de abastecimiento de agua, siendo esta apenas del 72,9% y por la mala calidad del agua, tan sólo el 3% de la población rural consume agua en un nivel IRCA “Sin riesgo” (IDSN, 2016).

En el actual plan de desarrollo departamental “Nariño Corazón del mundo 2016-2019”, dentro del programa “Agua potable y saneamiento básico”, se ha priorizado el incremento de las coberturas y el mejoramiento de la calidad del agua en las zonas rurales a través de soluciones tanto convencionales como no convencionales. Para lograr esto, el departamento de Nariño cuenta con unos recursos importantes, provenientes de diferentes fuentes de financiación como lo son: el Sistema Nacional de Regalías, el Contrato Plan, Plan Pazcífico, el Programa Agua para la

Prosperidad (PAP–PDA), recursos propios de libre inversión o destinación del orden departamental y de cooperación internacional.

La implementación de tecnologías no convencionales de abastecimiento y tratamiento del agua, son las soluciones más acordes a las características de las zonas rurales del departamento de Nariño. Sin embargo, la sola implementación resulta ser insuficiente para solucionar los problemas de calidad del agua, por lo cual de manera complementaria se debe buscar e implementar una metodología para capacitar a las comunidades beneficiarias y buscar generar en ellas la apropiación social de la tecnología a implementar.

Motivado por lo anterior, surgió la necesidad de realizar la presente investigación, interviniendo una comunidad rural específicamente la vereda El Motilón, del municipio de Pasto, donde se realizó un proyecto piloto de implementación de una tecnología no convencional de tratamiento de agua para consumo humano y fundamentalmente lograr su apropiación social, resaltando que la tecnología no convencional a implementar, ya había sido probada por el IDSN y ONGs en otras comunidades rurales del departamento.

## **1.1 Justificación**

En el Departamento de Nariño, especialmente por los efectos sociales derivados del conflicto armado, los cuales han provocado el desplazamiento de comunidades rurales y su posterior asentamiento en zonas urbano marginales, agudizando los problemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico en los municipios receptores, problema que se focalizó especialmente en los municipios de la costa pacífica nariñense, donde un número importante de organismos de cooperación internacional entre ellas USAID, OIM, ACNUR, ACDI, AECID, Consejo noruego

para refugiados y ONGs como OXFAM, ACF International, Save the childrens, Plan International, Médicos sin fronteras entre otras, han realizado una serie de intervenciones en proyectos de agua potable y saneamiento básico, implementando en muchos casos tecnologías no convencionales de abastecimiento y tratamiento del agua, entre ellas se resaltan los filtros de vela cerámicos.

Según (ACF International, 2017), esta ONG de origen francés, desde el año 2008 ha hecho presencia en Nariño, uno de sus ejes de acción en el cual se ha concentrado es el de agua, saneamiento e higiene, ejecutando proyectos de mejoramiento de la calidad del agua, con los cuales ha entregado más de 1000 filtros de vela cerámicos especialmente en municipios como Tumaco, Barbacoas, Ricaurte, Mallama y Pasto, siendo esta una de las tecnologías no convencionales que mejores resultados ha dado. Igualmente en situaciones de emergencia, entidades como el IDSN y la Gobernación de Nariño a través del PAP-PDA dentro de sus proyectos ha entregado y contempla entregar más de 5000 de estos filtros en el área rural del municipio de Tumaco, la cual fué afectada por el derrame de hidrocarburos (PAP-PDA Nariño, 2017).

Sin embargo, en estos proyectos no se ha contemplado ni mucho menos se ha cuantificado el proceso de apropiación social de esta tecnología no convencional. La sola implementación de esta tecnología resulta ser insuficiente para solucionar los problemas de calidad del agua, haciéndose necesario formular unas estrategias integrales de intervención, las cuales busquen la generación de la apropiación social de la tecnología a implementar, de lo cual dependerá en un gran porcentaje su sostenibilidad.

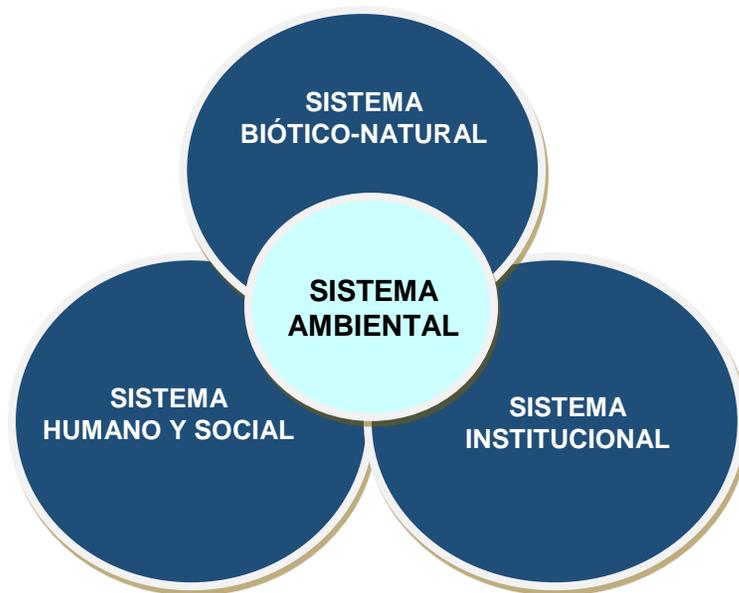
Como se mencionó anteriormente, es así como surgió la necesidad de realizar la presente investigación, donde lo fundamental es buscar, seleccionar y probar una metodología de educación sanitaria que se articule en el proceso de apropiación social de una tecnología no convencional de tratamiento del agua en viviendas de comunidades rurales y que a su vez, resulte ser acorde y flexible al contexto de la comunidad a intervenir, permitiendo realizar su monitoreo, para así cuantificar el grado de apropiación alcanzado.

Los resultados de esta investigación, le permitirán al Departamento de Nariño y a otros entes territoriales de similares características, guiarse para la formulación de estrategias y proyectos sostenibles, que busquen el mejoramiento de la calidad del agua en asentamientos rurales dispersos.

## **1.2 Marco Teórico.**

### **1.2.1 Sistema ambiental.**

Teniendo en cuenta la teoría general de los sistemas, el Sistema Ambiental se consolida según varios autores como el estudio sistémico de la realidad ambiental, abordándose desde las relaciones entre sus componentes sistémicos (Ver siguiente figura): Biótico-Natural, Humano-Social, e Institucional (Rojas J. , 2012), entendiendo el sistema Biótico-Natural como lo relaciona López Bernal (2010) “un sistema de soporte en la estructura territorial”; el sistema Humano-Social desde la perspectiva de Castell, como la interpretación equitativa e incluyente del hombre en su entorno, integrando y reconociendo las identidades de la sociedad; y el sistema Institucional como un sistema de soporte de la gobernabilidad existente y la competitividad, provista desde el dominio de la comunidad (Otero, Mosquera, Carvajal y Peñalosa, 2012).



*Figura 2. Sistema Ambiental*  
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que el desarrollo humano se encuentra en estrecha relación con estos tres sistemas en la dependencia de su funcionamiento, establecidos en el enfoque sistémico de sostenibilidad, precisamente en las dinámicas del desarrollo territorial, donde se articulan las actividades del ser humano y su entorno natural.

Smith (2012) afirma que el Sistema Biótico-Natural se comporta como un sistema de interacciones de componentes físicos, químicos y biológicos, cuyas relaciones se dan de manera compleja, dado que cada organismo se acopla a su ambiente y lo transforma para ser parte de este mismo, donde la ecología es la encargada del estudio científico de la relación entre los organismos (Granada, 2014) y el medio ambiente.

Según (Camacho y Ruiz, 2011), dichos componentes permiten la sobrevivencia biológica del ser humano, ante la prestación de los bienes y servicios ecosistémicos, proporcionando los recursos esenciales para sus actividades económicas y productivas, afectando de forma directa o

indirecta (Groot & Matthew, 2002) a corto o largo plazo, sobre los seres vivos y las actividades humanas ante la prestación de un bienestar.

Los sistemas naturales y los sistemas sociales como se mencionó anteriormente son sistemas complejos adaptativos (Ortíz, 2013), quienes requieren de una visión sistémica para su análisis, es por ello la necesidad de evaluarlo a través de disciplinas y a través de escalas, para comprender los diferentes equilibrios generados por sus interacciones y reglas (Ortíz, 2013).

Ante un enfoque sistémico es vital priorizar la generación de autores endógenos y sinérgicos con la identificación del Sistema Humano-Social, que permita la configuración de un panorama territorial establecido por medio de relaciones de auto dependencia y de abajo hacia arriba (Guerrero, y otros, 2010), en un territorio descentralizado y de escala territorial y social pequeña (Mosquera, 2012).

El sistema humano social permite conocer la historia y el estado actual de la relación entre sociedad y naturaleza y sus efectos sobre los recursos naturales y las poblaciones humanas, identificar, diseñar y probar modelos de manejo y conservación de los recursos, para lograr su uso diversificado y a largo plazo y de igual manera permite identificar, diseñar y probar alternativas para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones humanas.

### **1.2.2 Tecnologías no convencionales de tratamiento del agua para consumo humano a nivel domiciliario.**

En cuanto al tratamiento o potabilización del agua existen diferentes tipos de tecnologías, su selección depende de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, del nivel de complejidad de la comunidad a abastecer, de las condiciones de ubicación de las poblaciones (nucleadas o dispersas).

Para poblaciones nucleadas con un nivel mínimo de complejidad medio, la opción más adecuada para la potabilización del agua es la implementación de plantas de tratamiento de tipo convencional, las cuales realizan un tratamiento completo compuesto por la coagulación + floculación + sedimentación + filtración + desinfección u otros tratamientos como los realizados por las FIME o plantas de tipo prefabricado. Mientras que para poblaciones dispersas, las anteriores tecnologías se vuelven inviables, haciéndose necesario la implementación de tecnologías individuales de tipo no convencional para la potabilización del agua (MAVDT 2010).

**Tecnologías no convencionales de tratamiento del agua para consumo humano a nivel domiciliario.** Dentro de este tipo de tecnologías se pueden describir las siguientes:

**Método SODIS.** Es un método de potabilización no convencional, el cual emplea la radiación solar para tratar el agua para consumo humano. SODIS usa la energía solar para destruir los microorganismos patógenos es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua con baja turbiedad. Se llena el agua contaminada en botellas de plástico transparente, las cuales se exponen a la luz solar durante seis horas. La exposición al sol destruye los patógenos. Cuando la nubosidad es mayor de 50%, es necesario exponer las botellas de plástico durante 2 días consecutivos para obtener agua segura para el consumo humano. Sin embargo, si la temperatura del agua supera los 50°C, una hora de exposición es suficiente para obtener agua segura.

Este método es apropiado para zonas donde la frecuencia diaria de exposición al brillo solar es alta, por lo anterior presenta restricciones en zonas donde no existan las condiciones climáticas requeridas, de igual manera también se requiere de una agua

relativamente clara, con una turbiedad inferior a las 30 UNT y con niveles altos de concentración de oxígeno disuelto (Meierhofer y Wegelin, 2003, p. 4).

**Hervido del agua.** Es uno de los métodos más comúnmente empleado por las personas en el mundo, consiste en poner a hervir y dejar el agua previamente clarificada y filtrada en ebullición por 10 minutos, es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua, sin embargo, entre sus desventajas radican los costos generados por el consumo de energía o gas, además al hervir el agua, esta cambia considerablemente su sabor.

**Desinfección doméstica del agua a través de la cloración.** El Ministerio de Ambiente, Vivienda, Ciudad y Territorio, Viceministerio de Agua y Saneamiento (MAVDT, 2010), en el numeral 9.8.1 del Título J del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2010), señala que esta se realiza con compuestos derivados del cloro, que por ser oxidantes y altamente corrosivos, poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua y pueden ser recomendados, con instrucciones de manejo especial, como desinfectantes a nivel de la vivienda rural. Estos derivados del cloro son: Hipoclorito de Calcio e Hipoclorito de Sodio. La dosificación, debe buscar un cloro residual libre entre 0.3 y 2.0 mg/L después de 30 minutos de su aplicación al agua, la cual debe estar previamente clarificada y filtrada.

El tratamiento con cloro tiene se caracteriza por su efecto residual, quedando cantidades residuales de cloro en los suministros de agua tratada, este contenido químico continúa protegiendo al agua tratada contra la reinfeción. (Drinking Water Organization, 2003).

Entre los efectos adversos de la cloración se pueden mencionar: el sabor desagradable en el agua tratada, Zafra (2008), afirma que el cloro, al ser una sustancia tan activa, una concentración en exceso puede reaccionar con distintos compuestos orgánicos presentes en el agua, por lo que aumenta el riesgo que se produzcan trihalometanos (THMs), los cuales son compuestos carcinogénicos para el ser humano.

**Sobres purificadores de agua.** (MAVDT, 2010), en el numeral 9.8.1.1 del Título J del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), dice que existe en el mercado de algunos países una nueva forma de clarificar y al mismo tiempo desinfectar el agua con productos químicos envasados en la dosis necesaria para tratar un volumen determinado de agua turbia. La tecnología y los ingredientes (...), se basan en el sistema de tratamiento de agua utilizado en plantas de tratamiento: coagulación, floculación y desinfección por acción del cloro.

Los sobres de Purificador de Agua P&G incluyen una mezcla química en polvo que contiene coagulantes, floculantes y un desinfectante. Estos ingredientes son usados habitualmente y de forma segura en las plantas de tratamiento de agua potable y en la industria alimenticia. Con tan solo un balde, una cuchara, una tela de algodón y un pequeño sobre de Purificador de Agua P&G, cualquiera puede transformar y purificar 10 litros de agua sucia en 30 minutos, cantidad suficiente para abastecer una familia de 5 personas por un día.

Esta tecnología es viable para situaciones de emergencia, ya que como solución permanente requeriría el suministro continuo del producto, el cual no es de fácil acceso en el mercado.

**Ozonificación.** El ozono, forma alotrópica del oxígeno, es un oxidante muy energético, es utilizado como tal en la desinfección del agua, está comprobada su eficacia en oxidación de materias orgánicas e inorgánicas (entre éstas últimas destacan el hierro y manganeso). Su poder oxidante y desinfectante, mayor que el del cloro, le hace más eficaz que éste en la eliminación del olor, sabor y color del agua, así como en la eliminación de bacterias, virus y otros microorganismos.

La principal razón de su poco uso son sus costos. Comparado con el cloro, es mucho más costoso, requiere suministro de energía eléctrica. Por ello es comprensible que su uso nunca se haya difundido, ya que la producción de agua potable, siempre ha tratado de proveerla al menor costo (Deiningner, Skadsen, Sanford, & Myers, 1998)

**Radiación ultravioleta.** La luz ultravioleta (UV) presenta un método de desinfección alternativo al uso del cloro y el ozono en muchas aplicaciones de tratamiento tanto de agua potable como de aguas residuales. La UV brinda una desinfección efectiva sin generar subproductos de desinfección problemáticos. A diferencia de los desinfectantes químicos, la UV no le agrega compuestos químicos tóxicos al agua potable ni promueve la formación de subproductos mutagénicos ni cancerígenos.

Entre sus desventajas se encuentra que esta tecnología es compleja, de difícil acceso, altos costos y requiere energía eléctrica continua, estos sistemas de desinfección UV incorporan sensores de monitoreo, controles electrónicos y sistemas de alarma. (Wright, & Cairns, 1990).

**Filtración domiciliaria.** Para tecnologías como la cloración, la desinfección solar y la radiación UV, continúa siendo un desafío el tratamiento de aguas con elevada turbiedad, por lo que se requiere complementar estos sistemas con otros pre-tratamientos basados en sedimentación o

filtración de partículas – presedimentador, filtros de membrana, filtros de tela, filtros con medio granular, filtros lentos en arena, filtros cerámicos (Sobsey, 2002).

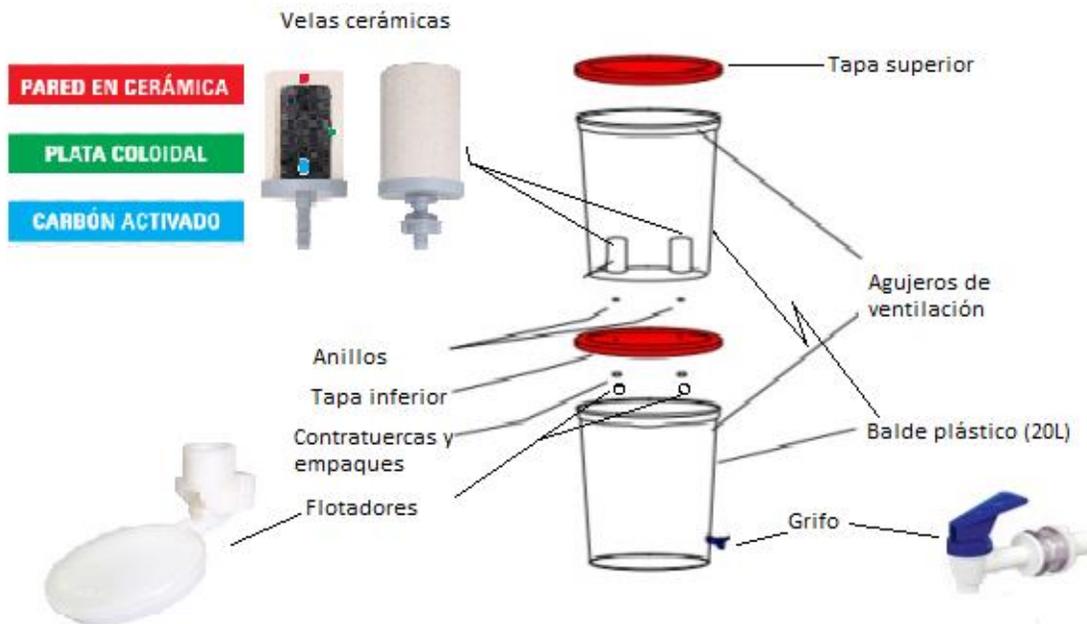
Últimamente se están empleando filtros domiciliarios que combinan de manera simultánea la sedimentación, filtración y la desinfección, los medios filtrantes usualmente están compuestos por arena, antracita, cerámica y la desinfección es realizada por plata coloidal u ozono. En Colombia, algunos sistemas o unidades de filtración caseros han sido promovidos por instituciones como la Organización Panamericana de la Salud [OPS] para el tratamiento y almacenamiento seguro de agua, por su eficiencia, bajo costo y facilidad de manejo. Estas opciones han significado una solución inmediata, tanto para situaciones de emergencia o desastre, como para la provisión de agua a comunidades rurales alejadas y dispersas que, previsiblemente, no podrán disponer, en un futuro mediano, de sistemas de abastecimiento y tratamiento de agua (López & Schiffer, 2012).

Entre los filtros más comúnmente empleados a nivel doméstico se tienen: los filtros cerámicos, los filtros lentos de arena, el filtrón y los filtros de vela o bujía cerámicos, los filtros de bujía cerámicos acompañados de ozonificadores, estos últimos son comúnmente empleados en las viviendas conectadas a sistemas de acueducto.

El filtrón el cual es una unidad de tratamiento de agua casera, de muy bajo costo, que potabiliza agua contaminada.

Típicamente a estos dispositivos se les da la forma de maceta o tazón y se los impregna con diminutas partículas de plata coloidal como desinfectante para prevenir el crecimiento de bacterias en el filtro. El filtro se asienta en un receptáculo plástico o cerámico de 20 a 30 litros de capacidad con un grifo. (Drinking Wáter, 2003).

**Filtros de velas cerámicas.** Se conforma por dos recipientes plásticos de 20 litros con tapa, un recipiente que cuenta con dos perforaciones en el fondo se instala sobre la tapa también perforada del segundo, de tal manera que estas coincidan perfectamente; se instalan las velas cerámicas de 5, 7 o 9 pulgadas, las cuales por medio de anillos y empaques unen ambos recipientes herméticamente, el recipiente inferior cuenta con una perforación donde se instala la llave o grifo plástico. Es importante mencionar que pueden existir distintas modificaciones de este filtro, por ejemplo, el número de velas puede variar entre 1 o 4, las velas pueden contener o no plata coloidal, se puede adicionar un prefiltro de arena que contribuye con la remoción de turbiedad y solidos suspendidos, en la siguiente figura se aprecian los componentes del filtro empleado en la presenta investigación.



**Figura 3. Esquema del filtro de velas cerámicas.** Filtro de vela cerámico, donde se pueden apreciar todos sus componentes, enfatizando en el interior de las velas cerámicas y sus componentes. Adaptado de “Filtro de mesa con velas cerámica y prefiltro de arena”. UNATSABAR (2003).

Este filtro está diseñado para el tratamiento domiciliario de agua con baja carga bacteriológica y una turbiedad de hasta 100 UNT. En promedio, se obtiene 15 litros de agua por hora (UNATSABAR 2003).

Las velas cerámicas, son los elementos más relevantes de esta tecnología, las empleadas en este proyecto de investigación, son de origen brasilero marca Stefani tipo triple acción - decolorante y esterilizante.

Las velas cerámicas, triple acción poseen revestimiento de plata coloidal aplicado en la parte interna de la vela, junto con el carbón activado, trabajando para filtrar y reducir olores, sabores y cloro, además de reducir la presencia de bacterias en el agua. La capa de plata coloidal aplicada internamente penetra por los poros de la vela, preservando su propiedad esterilizan (Cerámica Stefani, sf).

Operación del filtro: se procede a llenar manualmente el balde superior con agua cruda hasta 4cm por debajo del nivel de la tapa, el agua empieza a pasar a través de la membrana filtrante microporosa de la vela de cerámica que retiene partículas sólidas e impurezas hasta de 0.5 micrones. En este paso se elimina hasta el 85% de las bacterias presentes en el agua. 2. El agua que pasa por las velas de cerámica entra en contacto con el carbón activado que ocupa el interior de la vela y la plata coloidal que recubre la superficie interna de la membrana filtrante. La plata coloidal tiene acción altamente eficiente en la eliminación de bacterias, hongos, virus y otros microorganismos que producen enfermedades a los seres humanos, lo que convierte el agua en segura para su consumo directo. Se espera a que todo el contenido de agua pase filtrada, proceso que puede tardar entre 6 y 8 horas y será recolectada en el balde o recipiente inferior y puede consumirse de forma segura (Sánchez y Casas, 2010).

Recomendaciones: antes de usar el filtro, sus componentes deben ser lavados con una esponja o cepillo no abrasivo, no se debe usar detergentes, jabones, ni otros productos químicos. Cuando se inicie el uso del filtro o se cambie la vela de cerámica, se recomienda desechar los primeros 12 litros de agua filtrada, ya que pueden tener algún sabor desagradable o presentar residuos de carbón activado. Dependiendo de la calidad del agua, la vela de cerámica debe cambiarse cada 6 meses o cuando sea evidente la disminución de la velocidad de filtración de agua (UNATSABAR 2003).

Dentro de sus desventajas, Vidal, Gómez y Rojas (2014), afirman que: Se destaca que los proveedores de estos equipos y tecnologías ofrecen alto rendimiento y calidad excepcional del agua; sin embargo, dentro del contexto nacional, pocas de estas tecnologías son aceptadas, asimiladas y aprovechadas al máximo por la población, en razón de factores internos y externos que van desde las propias concepciones socioculturales, hasta las relacionadas con el mercado local y nacional para la adquisición de los consumibles y las piezas de recambio que se necesitan para sostener su uso y mantener sus beneficios

### **1.2.3 Apropiación social de tecnologías.**

Méndez, Opazo, Romero y Pérez (2011), afirman que: apropiar significa “acomodar o aplicar con propiedad las circunstancias o moralidad de un suceso al caso de que se trata”, condición buscada bajo el concepto de tecnología apropiada. El Centro para la Gestión Tecnológica Popular de Venezuela (CETEP) (como se señaló en Méndez, et al. 2011) indica que este concepto, unido al de transferencia – compartir, intercambiar, comunicar – de tecnología – saber hacer, en su dimensión cultural, política y técnica, busca precisamente que la comunidad beneficiada por una tecnología de saneamiento, apropie su infraestructura, funcionamiento, operación y

mantenimiento, y vincule el mejoramiento de la calidad de los recursos y hábitat, a su dinámica propia como sociedad.

Leeuwis (como se citó en Orozco, et al., 2009), afirma que la adopción tecnológica es un proceso de apropiación que considera el cambio cognoscitivo como prerequisite. Orozco, et al. (2009), señala las variables más influyentes en un proceso de adopción social de tecnologías, de las cuales se relacionan a continuación las relacionadas con tecnologías de saneamiento básico: 1) cambio cognoscitivo, 2) nivel de cosmopolitismo, 3) participación en proyectos externos, 4) contacto con distribuidores de insumos, 5) edad, 6) escolaridad, 7) actitud hacia la innovación, 8) exposición a medios de comunicación, 9) nivel de vida, 10) nivel de capacitación, 11) recursos económicos disponibles, 12) relación con agentes de cambio, 13) años de vivir en la zona de residencia, y 13) relevancia de la tecnología.

Según Romero (2016), las metodologías para la adopción social de tecnologías hídricas deben incluir las siguientes etapas:

- **Diagnostico socio técnico:** en esta etapa, se parte del reconocimiento que en una población intervienen múltiples actores y que es importante rescatar sus formas organizativas, los saberes locales, las prácticas sociales, las percepciones y los discursos. Se busca detectar pobladores interesados en participar en todas las actividades del proyecto. Los diagnósticos se deben realizar antes de la intervención, para elaborar estrategias eficientes y planes de intervención ad-hoc.

- **Selección de las tecnologías de agua, saneamiento y tratamiento de aguas residuales:** solo con el conocimiento específico de las condiciones de la zona de intervención y de las características de los potenciales usuarios que brinda el diagnóstico inicial, se puede seleccionar las tecnologías que se introducirán, así como los sitios más viables para construirlas o implementarlas (colonias, cuadras y viviendas). En esta selección se toman en cuenta aspectos tales como: a) Costos y financiamiento de la tecnología; c) Técnicos, c) Sociales.
- **Metodología de fomento a la participación comunitaria y construcción de capacidades:** en esta etapa, el objetivo es estimular y fortalecer la participación social, para que los pobladores y las autoridades locales se involucren en el proyecto: Se trabaja en talleres para reflexionar sobre el uso del agua, sus problemas y las alternativas de solución, La meta es conformar un grupo de trabajo, involucrado en todas las etapas del proyecto y que al final sea capaz de operar y mantener funcionando las tecnologías.
- **Seguimiento de la apropiación tecnológica:** el proceso de seguimiento deberá ser realizado por el comité de trabajo, donde estén representadas las autoridades y la población. El comité establecerá un plan de seguimiento: del proceso de construcción, implementación, del uso y del mantenimiento constante de la tecnología.
- **Evaluación del proceso de transferencia:** la evaluación social es una herramienta para replicar las experiencias, identificar problemas concretos y propugnar, dado caso, para el diseño de nuevas acciones, estrategias y proyectos. Con las acciones de seguimiento se verificará que las tecnologías permanezcan funcionando en el tiempo (asesorando a los beneficiarios en la solución de los problemas), logrando así la apropiación de la tecnología por parte de los beneficiarios.

#### **1.2.4 Metodologías o estrategias participativas en educación sanitaria.**

Existen una gran variedad de metodologías o estrategias de educación sanitaria, entre las que se destacan las que cuentan con un enfoque participativo comunitario. Centurión, Marinof, Pesantes y Samanez (2001), afirman que este tipo de metodologías “Plantean un enfoque diferente en el que la comunidad tiene un papel protagónico y la metodología se centra en la persona que aprende” (p.11).

La vinculación de la comunidad inicia desde el momento en el que se considera la posibilidad de realizar un proyecto de saneamiento, partiendo del planteamiento y priorización de necesidades básicas insatisfechas que la misma población genere, y no desde las necesidades que el grupo de expertos o de entidades financiadoras planteen desde su propia perspectiva y contexto cultural y vivencial. Esto inicia un proceso de respeto por la cultura y hábitos de la comunidad, lo cual debe suceder durante todo el proceso de diseño e implementación del proyecto. (Méndez et al. 2011).

Los métodos de participación promueven la interacción de los individuos en un proceso grupal sin distinción de edad, sexo, clase social o nivel de educación. Son especialmente útiles para incentivar la participación de las mujeres (quienes en algunas culturas están poco dispuestas a expresar sus puntos de vista o no saben leer ni escribir). Los métodos de participación están diseñados para desarrollar la autoestima y un sentido de responsabilidad por las decisiones que cada uno toma. Tratan de que el proceso de toma de decisiones sea fácil y divertido. Están diseñados para la planificación en el nivel comunitario. Los participantes aprenden unos de otros y desarrollan el respeto hacia el conocimiento y aptitudes de los demás.

En la bibliografía especializada en el tema se encuentran las metodologías o estrategias: Método SARAR, PHAST, CHAST, SANTOLIC, VIVIENDA SALUDABLE “QUE VIVA MI HOGAR”, EPR Evaluación rápida participativa, TAP Técnicas avanzadas de participación, GRAAP (Grupo de Investigación y de Apoyo a la Autopromoción Campesina), método de uso de guías específicas. Éstas posteriormente se describirán en el ítem 5.2, seleccionando la que resulte ser más apropiada para su aplicación en el contexto específico de la presente investigación.

Por lo anterior, se hace necesario para el desarrollo de la presente investigación abordar también una metodología que permita seleccionar con un criterio científico, la metodología o estrategia participativa de educación sanitaria a aplicar.

#### **1.2.5 Metodología de análisis multicriterio.**

Existen situaciones problemáticas que cuentan con diferentes alternativas de solución, y estas están sujetas a diferentes criterios de decisión, que pueden ser cuantitativos y cualitativos. Pérez y Rojo (2011) afirman:

Existen muchas metodologías de análisis multicriterio que sirven como ayuda o apoyo en la toma de decisiones complejas o de cierta dificultad (...), pero es sin duda la metodología AHP o Analytic Hierarchy Process (Saaty, 1997) la más utilizada a la hora de establecer una prioridad o jerarquía de alternativas (o conjunto de soluciones factibles) para la consecución de la meta marcada.

AHP es una metodología comúnmente empleada en proceso de toma de decisiones para la elección de un alternativa, comparando diferentes criterios, tanto cualitativos como cuantitativos, es usualmente empleada en proceso investigativos. Casañ (2013) indica:

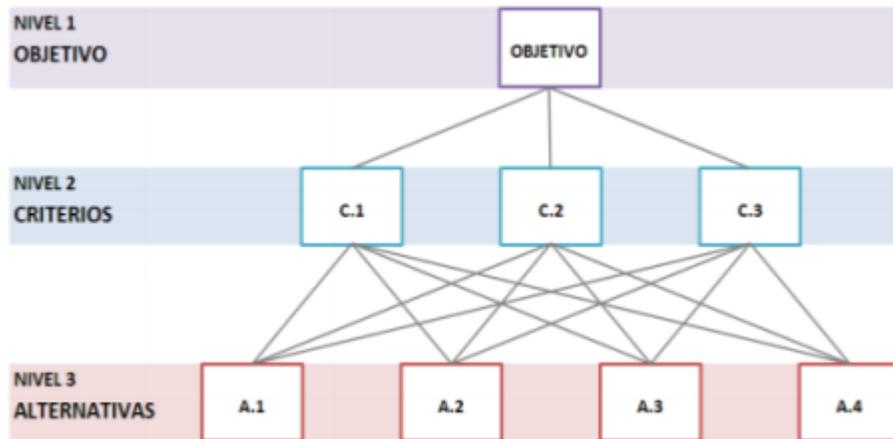
Éste método de toma de decisiones multicriterio se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica. Mediante comparaciones por pares (criterio a criterio; subcriterio a subcriterio; alternativa a alternativa) determina la importancia e influencia de los factores que componen el problema, emitiendo juicios de valor que permiten comparar con la misma escala criterios cuantitativos y cualitativos. Además permite verificar la consistencia de los juicios de valor, aportando mayor seguridad en la toma de la decisión (...).

El análisis jerárquico busca mejorar la calidad del proceso de toma de decisiones, dotando de rigor científico cada fase del proceso. Incorpora aspectos del pensamiento humano cualitativos (definir el problema y establecer la jerarquía) y cuantitativos (expresar juicios y preferencias de manera concisa). Emplea escalas numéricas para reflejar pensamientos, juicios e intuiciones, así como para medir con el mismo criterio cualidades tangibles e intangibles. Las escalas numéricas ayudan a reflejar valoraciones o juicios que debido a su complejidad no se pueden expresar correctamente con palabras (...).

Para poder organizar un problema de decisión en una jerarquía, hay que conocer a fondo el problema que se está tratando, las posibles opciones que tenemos, los elementos que nos afectan en la decisión y el fin al que queremos llegar. Es positivo que en la realización de la jerarquía participen diversas personas, conocedoras del problema a tratar, ya que

pueden aportar consideraciones y puntos de vista diferentes, según como considere cada persona el problema.

En la siguiente figura se aprecian los niveles jerárquicos propios de la metodología AHP.



*Figura 4. Niveles jerárquicos metodología AHP*

Fuente: Casañ (2013)

Delgado y Romero (2015), resumen los pasos para la aplicación de AHP de la siguiente manera:

**Paso 1:** Definir las alternativas para la evaluación: A1, A2, A3,..., Am.

**Paso 2:** Definir los criterios para la evaluación: C1, C2, C3,..., Cn.

**Paso 3:** Establecer la matriz de comparación y su consistencia.

Para determinar el peso de cada criterio se usa una matriz de comparación pareada, usando la escala propuesta por Saaty, la cual permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos

de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty, dicha escala va desde 1 hasta 9 (ver siguiente tabla).

*Tabla 1.*

*Escala fundamental para comparaciones por pares de Saaty*

<b>Calificación numérica</b>	<b>Escala verbal de la preferencia</b>	<b>Definición</b>
1	Igual	Ambos elementos son de igual importancia.
3	Moderada	Moderada importancia de un elemento sobre otro.
5	Fuerte	Importancia fuerte de un elemento sobre otro
7	Muy Fuerte	Importancia demostrada de un elemento sobre otro.
9	Extrema	Importancia absoluta de un elemento sobre otro
2,4,6,8	Términos medios	Valores intermedios, que se emplean para expresar preferencias que se encuentran entre dos de las anteriormente indicadas
2	Igual – Moderada	Importancia entre igual y moderada de un elemento sobre otro.
4	Moderada- Fuerte	Importancia entre moderada y fuerte de un elemento sobre otro.
6	Fuerte – Muy Fuerte	Importancia entre fuerte y muy fuerte de un elemento sobre otro.
8	Muy Fuerte- Extrema	Importancia entre muy fuerte y extrema de un elemento sobre otro

Fuente: Saaty (1997)

La escala de preferencias está formada por 9 juicios de valor, que van de desde el 1 al 9, siendo los números 2, 4, 6, y 8 utilizados para establecer juicios intermedios. Casañ (2013).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General.**

Proponer estrategias para el fortalecimiento de los procesos de apropiación social de tecnologías no convencionales de potabilización del agua en las viviendas de comunidades rurales.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

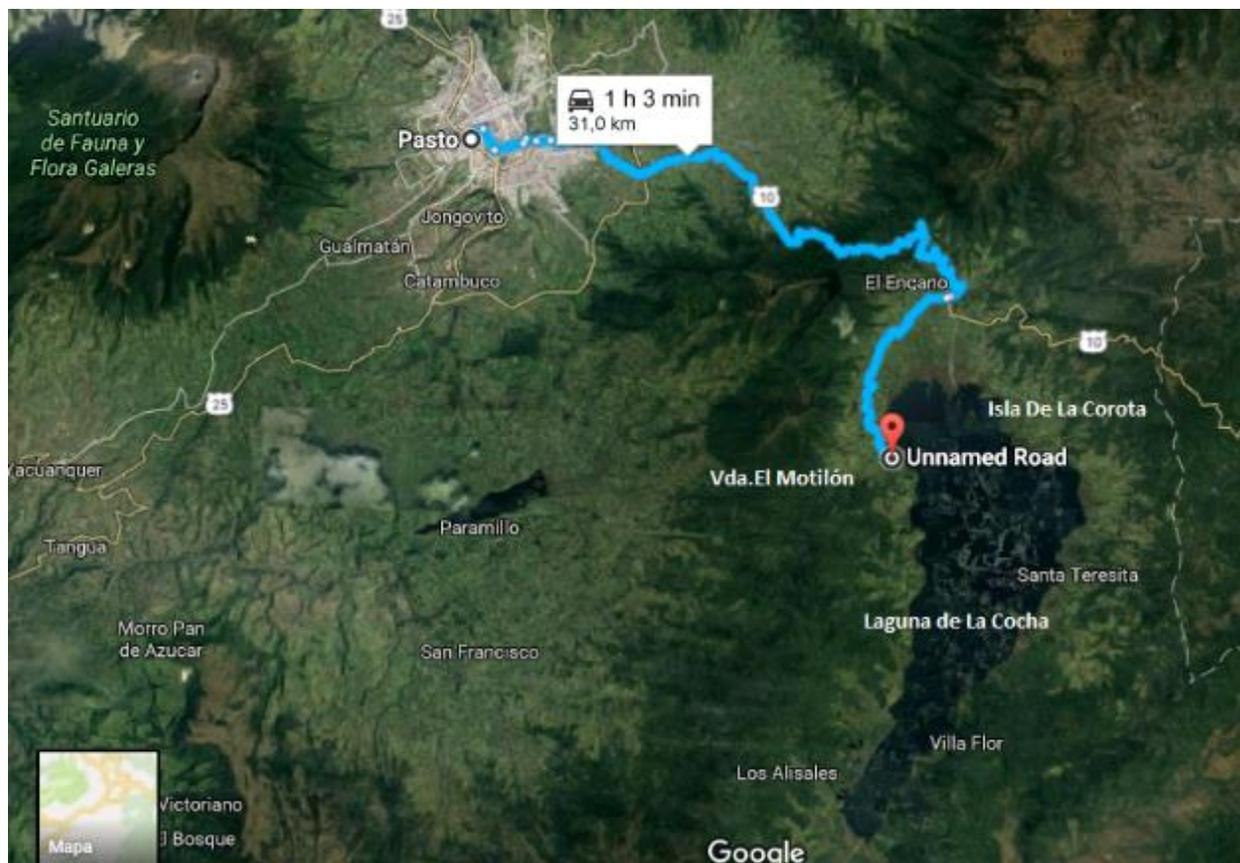
- Realizar un diagnóstico del sistema ambiental en el sector centro de la vereda El Motilón, corregimiento del Encano, municipio de Pasto.
  
- Identificar las metodologías o estrategias que permitan generar la apropiación social de tecnologías no convencionales de potabilización del agua en las viviendas de comunidades rurales y seleccionar una metodología acorde al contexto identificado, en el diagnóstico del sistema ambiental.
  
- Aplicar y evaluar la metodología o estrategia seleccionada para la apropiación social de tecnologías no convencionales en el sector centro de la Vereda el Motilón, corregimiento de El Encano, municipio de Pasto.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Lugar de estudio.**

La presente investigación se desarrolló en la vereda El Motilón, perteneciente al corregimiento de El Encano del municipio de Pasto Nariño. Esta vereda dista a 31 Km del centro de la ciudad de Pasto. Para llegar a la vereda El Motilón, se toma la vía Pasto – Mocoa, hasta la cabecera corregimental de El Encano, tramo de 26Km de longitud que se encuentra pavimentado y en buenas condiciones, posteriormente se desvía tomando la vía terciaria que conduce hasta la vereda El Romerillo, tramo de 5Km de longitud que se encuentra destapado y en regulares condiciones.

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación de la vereda El Motilón y su ubicación con respecto al corregimiento de El Encano, La Laguna de La Cocha y la cabecera urbana del municipio de Pasto



**Figura 5. Localización de la vereda El Motilón.**

Fuente: Adaptado de Google Maps (2017). Recuperado de: <https://www.google.es/maps/dir/1.1625141,-77.1560217/Pasto,+Nari%C3%B1o,+Colombia/@1.1149532,-77.1906746,4519m/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m0!1m5!1m1!1s0x8e2ed48761b92a73:0x44a368566cc3a522!2m2!1d-77.285787!2d1.2058837>

## 2.2 Diseño Metodológico.

Para realizar esta investigación en la vereda El Motilón, corregimiento de El Encano, se empleó la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP), basada en una serie de diálogos en los cuales la comunidad y los investigadores, se involucrarán en el desarrollo del proyecto.

La IAP, se diferencia de la investigación convencional por la especificidad de los objetivos de cambio social que persigue, la utilización y modificación de los métodos investigativos, la clase

de conocimiento que produce y por la manera como relaciona el conocimiento con la acción social. Con esta metodología es posible considerar estrategias de participación en las cuales se involucra a los usuarios en el reconocimiento de la deficiente gestión del agua como eje central de los problemas y encontrar soluciones adecuadas a sus necesidades y demandas.

## **2.1 Metodología – Objetivo Específico 1.**

La metodología para el logro de este objetivo, se basó en la descripción del sistema ambiental existente en la vereda Motilón, orientado hacia el aprovechamiento del recurso hídrico para consumo humano, teniendo un enfoque sistémico; para tal fin se realizó un diagnóstico, el cual permite reconocer el contexto del centro poblado de El Motilón, para ello se elaboró: talleres comunitarios, censo sanitario, caracterización de calidad del agua, evaluación del actual sistema de abastecimiento de agua, visitas de campo para observación directa, entrevistas y mapas parlantes permitiendo así recolectar información primaria sobre aspectos naturales, demográficos, sociales, culturales, económicos, sanitarios e institucionales relacionados con el manejo y aprovechamiento del recurso hídrico para consumo humano. Las principales características de los instrumentos participativos aplicados se presentan a continuación:

Taller con organizaciones comunitarias, se estructuró con el fin de identificar el estado de las organizaciones, la estructura operativa existente, los niveles de participación, las estructuras de apoyo y sus estrategias de sostenibilidad, aproximándose al análisis del modelo de gobernanza ambiental (organización comunitaria) y sus implicaciones en el uso y aprovechamiento del recurso hídrico. Censo Sanitario, herramienta utilizada para caracterizar el componente social a nivel de: características socioeconómicas, condiciones generales de la vivienda, tipo y estado de

abastecimiento agua y saneamiento básico, principales afectaciones a la salud relacionadas con el saneamiento básico. Visita de observación directa, realizada con el fin de revisar el estado actual del acueducto que funciona a gravedad y se abastece de la quebrada Los Helechos de la Vereda El Motilón, sector centro. Taller participativo denominado por la comunidad “Minga de encuentro y unidad por el agua”, en el cual mediante la metodología DRP se logró contrastar la problemática ambiental, identificar necesidades y plantear alternativas objetivas y no desfasadas de lo que realmente la comunidad requiere para mejorar el acceso a agua potable, las fichas empleadas en el taller, se presentan en el Apéndice C.

Una vez se finalizaron las anteriores actividades, y teniendo en cuenta la información recolectada, se analizaron los indicadores disponibles en fuentes primarias y secundarias, permitiendo dimensionar la problemática relacionada con el consumo de agua de mala calidad y orientando la selección de una estrategia que permitiera generar la apropiación social de una tecnología no convencional de tratamiento del agua a nivel domiciliario en la vereda de El Motilón, Corregimiento El Encano, Municipio de Pasto.

## **2.2 Metodología - Objetivo Específico 2.**

Con la experiencia profesional y conocimiento de los autores de la presente investigación, complementado con una revisión bibliográfica, se logró identificar y reconocer las diferentes metodologías o estrategias de educación sanitaria, las cuales permiten capacitar, sensibilizar o educar a la comunidad en temas relacionados con el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y el saneamiento básico en general.

Al contar con diferentes metodologías o estrategias de educación sanitaria que eran factibles a aplicar en la vereda El Motilón, también se realizó una revisión bibliográfica con el

propósito de encontrar un método que aporte un sustento científico para tomar decisiones y/o que permita seleccionar la mejor alternativa. Es así como se seleccionó y aplicó para el desarrollo de esta investigación, la metodología de análisis multicriterio AHP, identificando inicialmente los criterios de evaluación y posteriormente mediante la comparación de criterios y realizando los cálculos algebraicos propios de dicha metodología, se logró seleccionar la mejor alternativa, en este caso la metodología de educación sanitaria, acorde a las particularidades identificadas en el diagnóstico del sistema ambiental de la vereda El Motilón.

### **2.3 Metodología - Objetivo Específico 3.**

Aplicación de la metodología de educación sanitaria seleccionada, acondicionándola al contexto de la vereda El Motilón y a la tecnología no convencional de tratamiento del agua, en este caso los filtros de vela cerámica, los cuales anteriormente ya fueron probados en otras comunidades rurales del Departamento de Nariño.

De manera paralela, se realizó una revisión bibliográfica para orientar el proceso de identificación y selección de aspectos, variables o factores que de alguna manera permitan cuantificar el grado de apropiación social de la tecnología no convencional implementada.

Entre las actividades que permitieron cuantificar y medir el grado de apropiación social obtenido al aplicar las metodologías o estrategias de capacitación, se encuentran las siguientes:

- Visitas a cada familia beneficiaria, llevando así un control del uso y manejo dado al filtro, la información obtenida se diligenció en una ficha de seguimiento.

- Selección de una muestra poblacional del grupo beneficiario, para la toma de una serie de muestras de agua, para determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua filtrada.
- Seguimiento al manejo de los filtros, actividad fundamental para acercarse a determinar la apropiación social de la tecnología no convencional, para ello se realizaron al menos dos
- Seguimiento al mejoramiento esperado de los niveles de conocimientos como producto de las capacitaciones. Actividad también clave del proceso de apropiación social de la tecnología. Se monitoreó a la población mediante la aplicación de pruebas informales de conocimientos con estructura de encuestas CAP o realización de entrevistas.
- Evaluación del proceso de adopción social de tecnologías: se realizó teniendo en cuenta los resultados de la fase de seguimiento al manejo de los filtros contrastándolo con los resultados de las dos jornadas de la caracterización del agua filtrada, determinando de esta manera el impacto del método PHAST en el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano a través de los dispositivos de doble vela cerámica.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Diagnóstico del sistema ambiental en el sector centro de la vereda El Motilón.

Para iniciar con el diagnóstico integral en la vereda El Motilón, se define al sistema ambiental como la integración de: componente Biótico-Natural (López, 2012) (ecosistema), componente Humano-Social (Castells, 2012) (comunidad de la vereda El Motilón Centro, acceso a servicios públicos y estado sanitario) y componente Institucional (organizaciones gubernamentales y no gubernamentales).

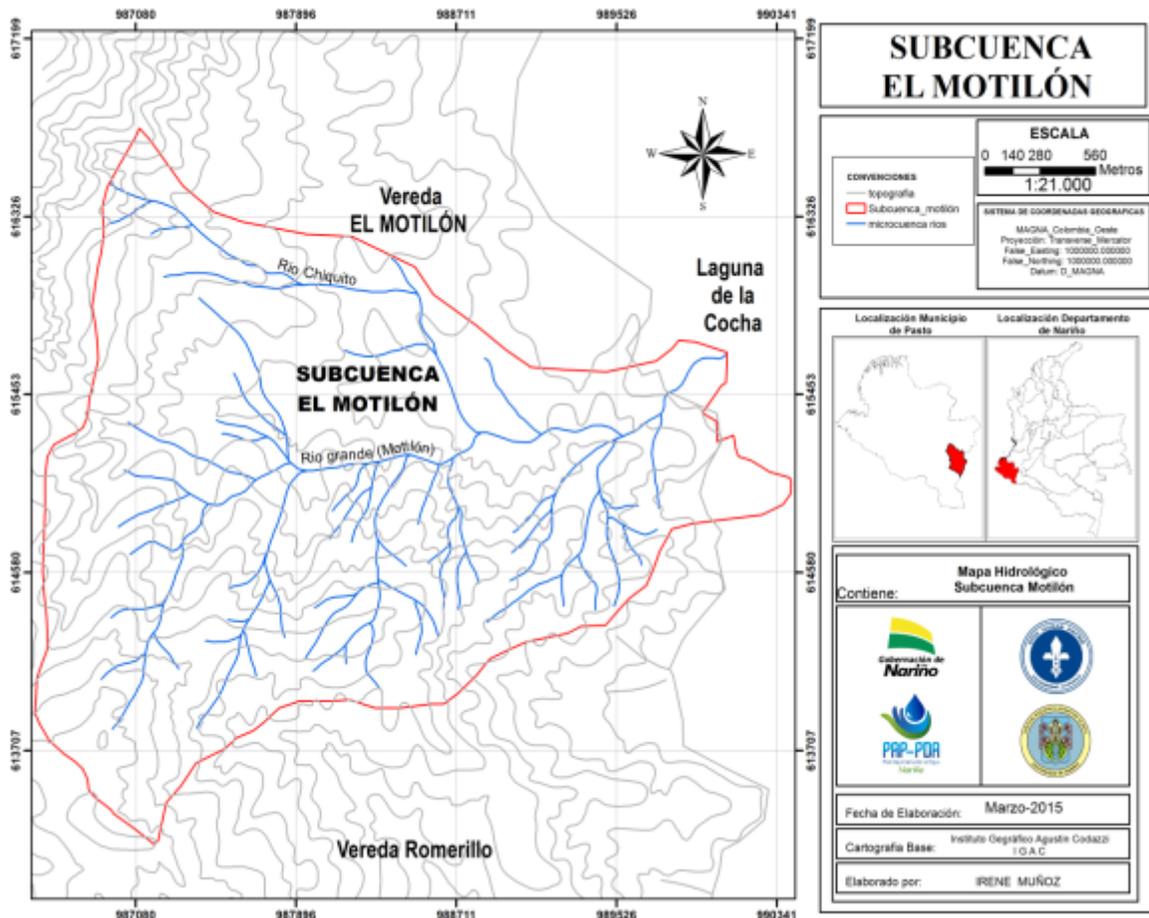
##### 3.1.1 Componente biótico-natural.

**Descripción biofísica.** El componente natural hace parte del sistema que en este caso comprende una microcuenca, en éste interactúan los componentes biológicos, físicos y químicos.

La identificación y análisis de los componentes que integran este subsistema, se realiza con el fin de analizar su incidencia sobre la disponibilidad y calidad del agua para abastecimiento de la población, por ende se abordaron los aspectos del territorio que inciden sobre la disponibilidad y calidad del agua. Para realizar su análisis, se definió como área de influencia directa la subcuenca Motilón, la cual cuenta con una extensión de 745,2 Ha y un perímetro de 12.557,053 m esta se puede apreciar en la siguiente figura.

Se identificaron los elementos conformantes del subsistema, tomando información secundaria primordial del Plan de Manejo Integral del Humedal Ramsar La Cocha (Corponariño, 2011), contrastada con el trabajo de campo, con la visita de reconocimiento realizada al área de estudio y complementada con lo identificado por la comunidad en el taller participativo

denominado: “Encuentro y unidad por el agua (Diagnostico Rural Participativo)”, realizado en la vereda Motilón Centro.



**Figura 6. Subcuenca Motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano.**  
Fuente: Bolaños y Narváez (2015).

**Hidrografía e hidrología.** Según el Plan de Manejo Ambiental Integral Humedal Ramsar Laguna de la Cocha, el área de estudio está catalogada como una de las 9 sub-cuencas que aportan aguas al humedal lacustre Lago Guamuez, el cual tiene una extensión de 4426.19 Ha de las cuales 4174.23 Ha corresponden al espejo de agua, esta sub-cuenca pertenece a las 18212.97 Ha adicionales que corresponden al área de influencia (Corponariño, 2011). Por esta razón las características propias del área de drenaje, sistemas de drenaje, características del relieve de la

cuenca, tipos de suelo, zonas de vida, zonificación ambiental, climatología entre otros, proporcionan la posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos de régimen hidrológico (Corponariño, 2011). Por lo anterior y dada su relevancia para la presente investigación, se detallaran sus principales características, ya que como se ha mencionado anteriormente, estas influyen tanto en cantidad como en la calidad del agua que consumen los habitantes de la vereda El Motilón.

**Sistema de drenaje.** Según el Plan de Manejo Ambiental Integral Humedal Ramsar Laguna de La Cocha, la sub-cuenca Motilón se caracteriza por ser tributaria del humedal lacustre Lago Guamuez y por presentar buen drenaje (Ibíd., 2011), en la siguiente tabla se presenta información relacionada con el sistema de drenaje de la Subcuenca Motilón.

*Tabla 2*

*Sistema de drenaje de la sub-cuenca Motilón*

<b>Humedal</b>	<b>Sub-cuenca</b>	<b>Densidad de drenaje</b>	<b>Extensión media de la escorrentía superficial</b>	<b>Sinuosidad de las corrientes</b>
Lago Guamuez	Motilón	4.07	Buen drenaje 0.06	Alineamiento curvo 1.30

Fuente: CORPONARIÑO, 2011

**Relieve de la sub-cuenca Motilón.** La sub-cuenca Motilón presenta mayor pendiente a comparación de las demás sub-cuenclas que conforman el humedal lacustre Lago Guamuez, es una área que necesita de protección de cobertura forestal para mantener en equilibrio la escorrentía y evitar la pérdida de suelos por arrastre (Ibíd., p. 117), (Ver tabla 3).

**Tabla 3**

**Relieve sub-cuenca Motilón.**

Humedal	Sub-cuenca	Pendiente	
		Cuenca	Corriente principal
Lago Guamuez	Motilón	0.48	0.08

Fuente: CORPONARIÑO, 2011. 118p

En las fotografías 1 y 2, se observa la parte baja de la sub-cuenca, evidenciando la disminución de la cobertura vegetal, lo que ha causado que aguas abajo ésta tienda a tener crecientes en épocas lluviosas que causan deslizamientos a orillas de la quebrada, lo anterior sumado a las prácticas extractivas de material rocoso a orillas de la quebrada, debilitan y erosionan los suelos aguas abajo de la sub-cuenca hidrográfica, disminuyendo la calidad de agua.



**Fotografía 1 y 2. Quebrada Motilón**

Fuente: Elaboración propia

**Suelos.** La clasificación de los suelos según el estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Nariño se basa en la interacción de los factores formadores como el clima, litología, pendiente, erosión, pedregosidad e inundabilidad. Se distinguen seis unidades: (IGAC, 2004), estas se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1

Clasificación de suelos en la vereda El Motilón

SUELOS	UNIDADES
<p><b>Suelos de montaña en clima extremadamente frío húmedo y muy húmedo.</b></p>	<p>Unidad MEEg - Fase, fuertemente escarpada. LithicMlanocryands y Misceláneo Rocoso: Se localiza en alturas entre los 3300 a 3550 msnm, con relieves fuertemente escarpados, pendientes mayores del 75%; Se caracteriza por tener un clima extremadamente frío húmedo y muy húmedo, con precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales, temperaturas entre 4 y 8°C, alta nubosidad y fuertes vientos (IGAC, 2004 p.99).</p>
<p><b>Suelos de Montaña en clima muy frío húmedo y muy húmedo.</b></p>	<p>Unidad MHAe –Ligeramente escarpada: Consociación Acrudoxic Melanudands Los suelos son principalmente de origen volcánico, su relieve varía de ligeramente inclinado a fuertemente escarpado, se localiza en las cotas comprendidas entre 3175 a 3350 msnm. El rango de temperatura esta entre los 8 y 12 °C y las precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales. Posee clima muy frío húmedo y muy húmedo, fuertes vientos, bajas temperaturas y algunas heladas (Ibíd, p. 101).</p>
	<p>Unidad MHEf - Moderadamente escarpada. Conformada por relieves moderados y fuertemente escarpados, con pendientes mayores del 50%, sus suelos se desarrollan a partir de depósitos de ceniza volcánica, son bien drenados, moderadamente profundos y superficiales a muy superficiales y de baja fertilidad (Ibíd, p. 105).Este tipo de suelo se encuentra entre los 3025 a 3425 msnm, con temperaturas de 8 a 12 °C y precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales.</p>
<p><b>Suelos de Montaña en clima frío húmedo y muy húmedo:</b></p>	<p>Unidad MLAe - Ligeramente escarpada. Consociación Acrudoxic Melanudands Los suelos se desarrollaron a partir de depósitos de cenizas volcánicas, son bien drenados, muy profundos a moderadamente profundos, comprende relieves que van desde ligeramente inclinados hasta fuertemente escarpados, con pendientes mayores del 3% de formas complejas y variadas. Este tipo de suelo se localiza a una altura entre los 2800 a 3025 msnm, con temperaturas de 12 a 18 °C y precipitaciones entre 1000 y 4000 mm anuales (Ibíd, p. 107).</p>
	<p>Unidad MLCf - Moderadamente escarpada. Consociación Acrudoxic Fulvudands: Caracterizado por tener un relieve moderado ha fuertemente escarpado, con pendientes del 50 %, muy largas, rectilíneas. Localizados a un altura entre los 2800 a 3025 msnm, comprende un área de 133,31 ha que abarcan el 17,89% de la totalidad del área de la sub-cuenca. Su temperatura varía entre 12 y 18°C, las precipitaciones entre 1000 y 4000 mm anuales, el clima es frío húmedo y muy húmedo (Ibíd, p. 111).</p>
	<p>Unidad MLGb - Ligeramente inclinada: ConsociaciónTypicHapludands: Son suelos moderadamente profundos y bien drenados, los cuales se han desarrollado a partir de depósitos de ceniza volcánica. Su relieve varía de ligera a moderadamente inclinado con pendientes entre 3 a 12%, medias, complejas. Se localiza entre 2800 a 2875 msnm de altura, con temperaturas entre 12 a 18 °C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales (Ibíd, p. 116).</p>

SUELOS	UNIDADES
	Unidad MLHay - Fase, plana, encharcable: Ocupa la posición de depresión dentro del paisaje de montaña denudacional; corresponden a superficies plano cóncavas, con pendientes entre 0 y 3%. Aquellos suelos son desarrollados a partir de depósitos orgánicos mixtos lacustres. Son pobremente drenados, encharcables e inundables, superficiales, limitados por el nivel freático y de fertilidad moderada. A medida que se alejan de la parte más baja los suelos se caracterizan por contener mayor materia orgánica (Ibíd, p. 116). El nivel freático se encuentra a diferentes profundidades dependiendo del nivel de embalse o laguna. En relieve cóncavo permanece muy cerca de la superficie la mayor parte del año y en posiciones más retiradas se lo encuentran entre los 30 y 50 cm de profundidad. En períodos secos en estas posiciones el nivel puede llegar a 1 metro de profundidad (Ibíd, p. 116). Su temperatura entre 12 y 18°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales, en clima frío húmedo y muy húmedo.

En la figura 1 del Apéndice A, se presenta la cartografía de la distribución de los suelos en la Sub-cuenca Motilón.

**Pendientes.** El tipo de pendiente más representativo en la sub-cuenca es el que se encuentra entre el 50-75 %, moderadamente escarpados con un área de 426,67 Ha, que corresponde a un 57,26%, con afloramientos rocosos, bajas temperaturas, con limitaciones a nivel agrícola, pecuario o forestal, en orden continúan las pendientes del 25-50%, ligeramente escarpadas con un área de 218,56 Ha que corresponden al 29,33%, son aptos para la conservación natural, luego se encuentran las pendientes de 3-7%, ligeramente inclinados con un área de 37,42% correspondiente al 5,02%, suelos con presencia de fragmentos de roca en superficie, en menor proporción se encontraron pendientes >75%, fuertemente escarpados, que ocupan un área de 36,20 Ha correspondientes al 4,86%, suelos poco fértiles, limita su capacidad de uso, presentando escaso potencial agrícola, pecuario o forestal, finalmente pendientes de 0-3%, planos, encharcables con un área de 26,35 Ha correspondiente al 26,35% de la totalidad de la sub-cuenca. En la siguiente

fotografía, se presenta un ejemplo del tipo de pendientes predominantes y en la figura 2 del Apéndice A, se presenta la cartografía relacionada con las pendientes de la Sub-cuenca Motilón.



*Fotografía 3. Pendientes sub-cuenca Motilón*  
*Fuente: Elaboración propia*

**Zonas de vida.** Cualquier uso agrícola depende de las condiciones climáticas manifestadas, principalmente por la temperatura, la precipitación y la humedad, es decir del comportamiento bioclimático, los anteriores elementos se encuentran inmersos en las zonas de vida de Holdridge mediante rangos establecidos para cada variable.

- **Bosque húmedo-Montano Bajo.** Esta zona de vida ocupa las áreas medias y bajas de la sub-cuenca, su temperatura oscila entre 12 a 17 °C, su promedios de precipitación entre los 1000 y 2000mm/año, su altitud entre 2000 – 3000 msnm, tiene un área de 456,78 Ha, siendo la de mayor extensión. La cobertura arbórea en esta parte de la sub-cuenca ha sido deforestada en gran medida y siendo remplazada por sistemas agrícolas y pecuarios, como se aprecia en las fotografías 4 y 5.



*Fotografías 4 y 5. Deforestación de la parte media y baja de la sub-cuenca*  
Fuente: Elaboración propia

- **Bosque muy húmedo-Montano.** Esta zona de vida se presenta en la parte alta de la sub-cuenca, en límites climáticos que oscilan entre 11 a 12°C y promedios de lluvias entre los 1200 y 1325 mm/año, en alturas comprendidas entre 3200 – 3600 msnm. Parte de la cobertura arbórea existente en esta zona ha sido devastada para la producción de carbón vegetal principalmente, afectando de esta manera la biodiversidad presente en esta zona de vida. En la figura 3 del Apéndice A, se pueden apreciar las zonas de vida de la subcuenca Motilón.

**Uso del suelo.** El uso de suelo o de la tierra se define como el conjunto de actividades provenientes de la intervención humana, cíclica o permanente, sobre los recursos que hacen parte de la misma con el fin de satisfacer las necesidades del hombre, el alimento, materiales de construcción energía y demás insumos básicos de estos procesos (CORPONARIÑO,2009).

En la vereda el Motilón, la mayor parte de las familias se ubican en la parte baja de la sub-cuenca, (Ver fotografía 6), donde se observó una gran pérdida de la cobertura vegetal, causada por la tala de los bosques, con el fin de construir viviendas y adecuar parcelas para sus cultivos, tales

actividades han conllevado a la alteración de fuentes hídricas como la Quebrada El Motilón, la cual ha sido continuamente afectada por los vertimientos de aguas residuales domésticas.



*Fotografía 6. Asentamiento de las familias en la parte baja sub – cuenca Motilón*

Fuente: Elaboración propia

En la sub-cuenca Motilón, se han encontrado 5 categorías de uso de suelo según la base del plan de ordenamiento territorial del municipio de Pasto (Ver figura 4 del Apéndice A).

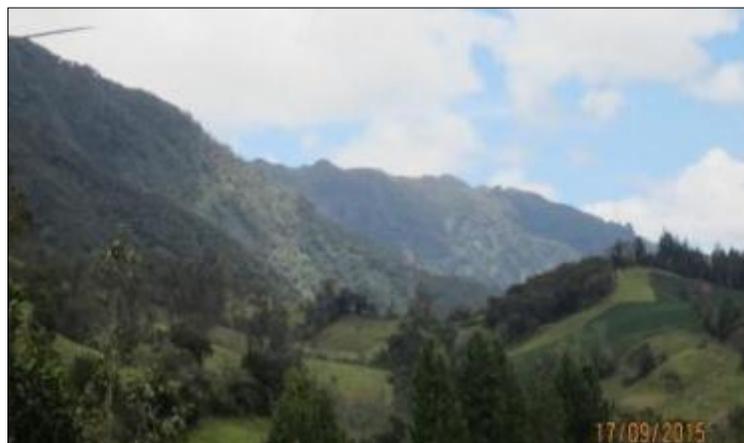
- **Establecimiento de Bosques protectores productores - Sistemas agroforestales y silvo-pastoriles (EBSa).** En la sub-cuenca Motilón, el establecimiento de bosques protectores productores, abarca la parte Nor-oriental de la zona, donde actualmente se desarrollan actividades de ganadería intensiva.

- **Protección Absoluta (PA).** Corresponde a la parte alta de la sub-cuenca Motilón, en donde se evidencia una serie de zonas de bosque aislado hacia el sur-oeste de la sub-cuenca, con un área aproximada de 237,8 Has. En la sub-cuenca Motilón, las áreas de protección absoluta son de gran importancia en relación a los servicios ambientales que prestan como son la regulación climática, el mantenimiento de la biodiversidad, la protección de los suelos y la regulación de caudales.

- **Recuperación y conservación de humedales (Rch).** Tiene como objetivo recuperar, proteger y conservar estos ecosistemas, rescatando sus valores, atributos y funciones ambientales para la conservación de la biodiversidad y el disfrute.

**Zonificación Ambiental.** Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, se entiende por Conservación como la conservación in situ de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural y en el caso de las especies domesticadas y cultivadas en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas; la conservación in situ hace referencia a la preservación, restauración, uso sostenible y conocimiento de la biodiversidad, en la figura 5 del Apéndice A, se puede apreciar la cartografía de la zonificación ambiental.

En la sub-cuenca Motilón, el área de conservación corresponde a 158,79 Ha, ubicadas en la parte alta y parte de la sub-cuenca media Motilón, es decir un 21,31% de las áreas se destina para conservación, como se aprecia en la siguiente fotografía.



*Fotografía 7. Área de conservación, sub-cuenca Motilón*  
Fuente: Elaboración propia

- **Restauración:** En la sub-cuenca Motilón, el área destinada para restauración, corresponde al 40.02 % de la sub-cuenca, ubicada en la parte media y parte de la sub-cuenca alta, la restauración en estas áreas se realiza por medio de establecimiento de plantaciones forestales que los mismos moradores de la vereda Motilón, vereda que hace parte de la sub-cuenca realizan para conservar sus montañas y asegurar el abastecimiento de agua.

- **Uso sostenible.** Incluye los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objetivo de conservación del área protegida., contiene las siguientes sub-zonas. Sub-zona para el aprovechamiento sostenible: Son espacios definidos con el fin de aprovechar en forma sostenible la biodiversidad contribuyendo a su preservación o restauración. Sub-zona para el desarrollo: Son espacios donde se permiten actividades controladas, agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales, habitacionales no nucleadas con restricciones en la densidad de ocupación y la construcción y ejecución de proyectos de desarrollo, bajo un esquema compatible con los objetivos de conservación del área protegida.

En la sub-cuenca El Motilón, las áreas destinadas para para uso sostenible abarcan el 38,67% de área total de la sub-cuenca Motilón, unas 288,20 Ha ubicadas en la parte media y toda la parte baja de la sub-cuenca, en esta zona queda ubicada la mayor concentración de unidades familiares de la vereda El Motilón.

**Conflictos.** Con el análisis del uso actual de suelo generado a partir de la metodología CORINE Land Cover, y uso potencial obtenido del POT (2014) del Municipio de Pasto, se realizó el mapa de conflictos (ver figura 6 del Apéndice A) para la sub-cuenca, el cual permitió identificar los suelos que por capacidad de uso son coherentes con el uso actual (uso adecuado), suelos en que su uso actual no corresponde al uso potencial de las tierras (sobreuso) y finalmente se analizó los

suelos donde la actividad actual dada por la cobertura vegetal presenta exigencias menores a las condiciones de oferta ambiental (subuso). Basado en lo anterior se definieron las siguientes categorías de conflictos (IDEAM, 2010).

- **Uso adecuado.** En la sub-cuenca esta categoría se observa principalmente en la parte alta en dirección sur-oeste, y en menor proporción en dirección nor-este y este, es decir en la parte media y baja respectivamente, el área ocupada corresponde a 460,94Ha (61,85%), donde se encuentran coberturas naturales de bosque denso, de igual manera sistemas de producción agrícola y pecuaria adecuados para la capacidad de uso del suelo.

- **Sobreuso.** Comprende un área de 150,95 ha (20,26%), y se localiza en la parte alta y baja de la sub-cuenca. Los problemas asociados a este sobreuso son los siguientes. En la parte alta. Está relacionado con áreas deforestadas para la extracción de leña y carbón vegetal, lo cual tiene como uso potencial una cobertura vegetal de bosque denso alto, es decir bosques que requieren protección absoluta, simultaneo a esto se generan alteraciones en los ecosistemas naturales, por pérdida de fauna y flora como consecuencia de la tala y quema. En la parte baja. Hace referencia a áreas de recuperación de humedales que están siendo utilizadas como sistemas agropecuarios, lo que presiona la condición natural de los suelos por el continuo pisoteo del ganado, la apertura de canales para adecuación de terrenos y el establecimiento de viviendas.

- **Subuso.** Abarca un área de 133,31Ha (17,89%), en la sub-cuenca el uso potencial del suelo corresponde a bosques protectores-productores, sistemas agroforestales y silvopastoriles, que solo están siendo utilizados como sistemas de intervención pecuaria, puesto que la asociación de ganado con plantaciones forestales encontradas en el área no quiere decir que se practiquen sistemas silvopastoriles, posiblemente estos son los resultados de la deforestación que anteriormente se desarrolló.

**Zonificación Climática.** El régimen climático del municipio de Pasto y de la región Andina de Nariño está regulado por las variaciones de los fenómenos ecuatoriales. Un claro ejemplo es que después del solsticio de verano, que ocurre el 22 de junio en el hemisferio boreal, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) se encuentra en el norte del País, razón por la cual, en el sur, lejos de su influencia, se acrecienta el buen tiempo. Como causa y efecto de este estado, los vientos alisios del sureste penetran al país azotando con sus corrientes las montañas y valles de las áreas sureñas. Además esta área se encuentra afectada por los fenómenos del Pacífico denominados como El Niño y La Niña (CORPONARIÑO, 2009. p. 50), en la figura 7 del Apéndice A, se aprecia la cartografía de la zonificación climática.

- **Paramo bajo húmedo.** Franja que sigue a la ocupada por la vegetación arbórea de la región Andina se caracteriza por el predominio de la vegetación arbustiva, con elementos florísticos de la familia Compositae. En la sub-cuenca Motilón sus límites altitudinales están entre los 3.200 y 3.500 msnm, y se localiza en una pequeña proporción de área de la parte alta de la sub-cuenca.

- **Frio húmedo.** Corresponde a la parte alta, media y baja de la sub-cuenca Motilón, localizada por encima de los 2.800 m.s.n.m., zona cubierta por bosques naturales. El clima frío húmedo, es también llamado oceánico, se caracteriza por presentar una temperatura media de alrededor de los 7°C, aunque varía con la altura, las heladas son permanentes durante todo el año y las precipitaciones pluviales superan los 800 mm, con máximas en invierno.

Según la caracterización biofísica descrita anteriormente, la sub-cuenca Motilón se caracteriza principalmente por poseer unidades geológicas pobres en afloramiento de roca fresca, lo que genera suelos ligeros y moderadamente escarpados, susceptibles a erosión y baja fertilidad; sin embargo la intervención humana actúa sobre la dinámica de estos ecosistemas dedicando sus

actividades económicas a la extracción de leña y explotación de carbón, ocasionando presión sobre los recursos naturales, específicamente la pérdida de la cobertura vegetal en la parte alta, sumado a esto el impacto generado por los sistemas agrícolas, ganadería intensiva, piscicultura, y adecuación de áreas para vivienda en la parte media y baja de la sub-cuenca, constituyen los principales procesos de antropismo en el área de estudio.

Por consiguiente, se puede afirmar que la subcuenca El Motilón cuenta con la cantidad de agua requerida por la población para sus actividades diarias, no obstante la calidad de agua para consumo humano es deficiente y es vulnerable a presentar aumento en las concentraciones de los parámetros de turbiedad, color y sólidos suspendidos, ya que las condiciones biofísicas de la subcuenca únicamente garantizan un buen drenaje más no permite que se facilite la disminución natural de los contaminantes para su posterior uso. Lo anterior genera una influencia directa en la selección de la tecnología de tratamiento del agua para consumo humano y/o en el funcionamiento o eficiencia esperada.

### **3.1.2 Componente humano y social.**

Para determinar el subsistema social, fue necesario entrar en la zona de estudio, interactuar con los habitantes de la vereda en sus hábitos y costumbres, en su forma de pensamiento y participando de sus actividades culturales (Barriga, Campos, Corrales, & Prins, 2007), con el fin de lograr la identificación de sus necesidades para plantear alternativas objetivas y no desfasadas de lo que realmente la comunidad requiere para mejorar el acceso a agua potable.

A través de la identificación de los componentes del modelo de gobernanza, se identificó la capacidad organizacional de esta comunidad, igualmente en el reconocimiento de este

componente se identificaron las características socioeconómicas, condiciones generales de la vivienda, tipo y estado de abastecimiento agua y saneamiento básico, principales afectaciones a la salud relacionadas con el saneamiento básico, para lo cual se realizó un censo sanitario, en el Apéndice B se presenta la ficha del censo sanitario aplicada en la presente investigación, en la siguiente fotografía se presenta el trabajo de campo llevado a cabo para levantar el censo sanitario.



*Fotografía 8. Levantamiento del censo sanitario*  
Fuente: Elaboración propia

El censo sanitario fue realizado a lo largo de la vereda Motilón Centro, población ubicada en el área de influencia de la Subcuenca Motilón, contemplando 4 sectores, frente a la organización que la comunidad ha ejercido para acceder al recurso hídrico. El censo permitió conocer el número de usuarios por cada sector identificado, lo cual se resume en la siguiente tabla.

*Tabla 4*

*Sectores de la vereda Motilón Centro*

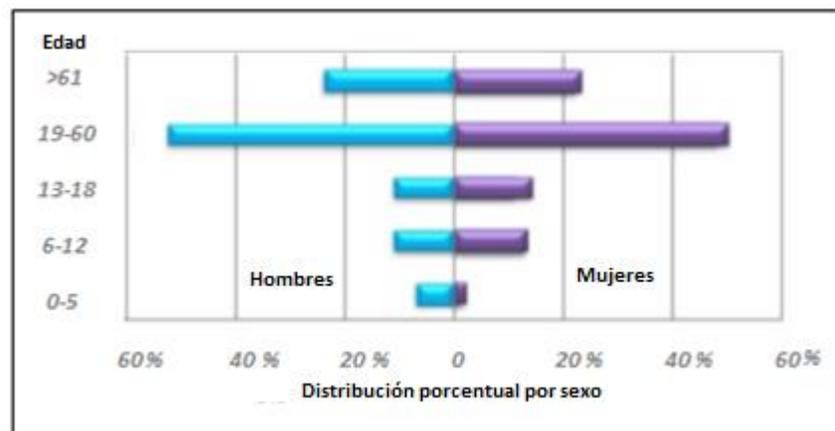
<b>SECTOR</b>	<b>USUARIOS</b>
Las Lajas	12
Acacias	6
Centro	40
Fuentes individuales	3
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>

Fuente: Elaboración propia

**Caracterización socioeconómica.** Dentro de la caracterización socioeconómica se identificó la composición familiar por grupos etarios, el tipo de población y la actividad socioeconómica de cada una de las viviendas, incluidas en el área de influencia directa de la investigación, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

De la caracterización socioeconómica realizada en la vereda Motilón, se encontraron 222 habitantes asentados en 60 viviendas, con un promedio de 4 habitantes por vivienda aproximadamente. Cabe resaltar que en la medida que la población va creciendo, la construcción de viviendas aumenta, haciendo que el tamaño de los predios reduzca además de generar más afectaciones al ecosistema.

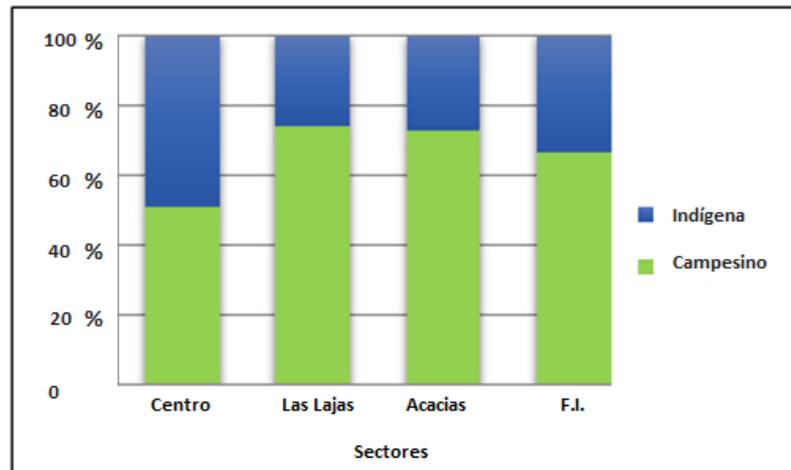
El censo sanitario determinó que el 46% del total de la población encuestada son mujeres y el 54% son hombres; de los cuales el 17% son niños, el 13% preadolescentes, 50% mayores de edad y el 22% de adultos mayores, lo anterior se presenta en la siguiente gráfica.



**Gráfica 1. Pirámide demográfica discriminada por sexo y edad**  
Fuente: Elaboración propia

Dentro de la vereda, prevalece la población campesina en el sector las Lajas con un 74,42%, seguido del sector Acacias con un 73%, un 67% en el sector denominado fuentes

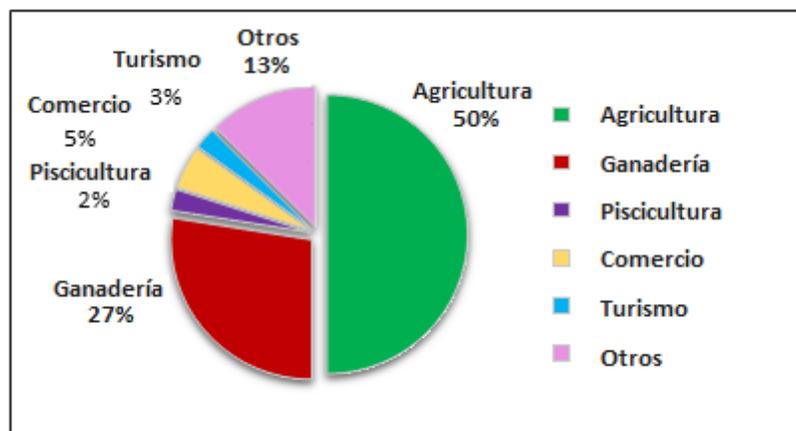
individuales y un 51,03% en el sector Centro. La población indígena se encuentra en menor proporción en cada uno de los sectores con mayor relevancia en el sector Centro con un 49% como lo indica la gráfica 2.



**Gráfica 2. Tipo de población**  
Fuente: Elaboración propia

De manera general se puede afirmar que en la vereda existe mayor presencia de población campesina, en donde su actividad económica se fundamenta en el sistema productivo relacionado con la oferta y demanda de bienes y servicios ambientales sobre los que se ejerce una alta presión.

Es así como la mayoría de las familias derivan sus ingresos de las actividades agrícolas y extractivas en un 50% en el sector Centro, 58% en Lajas, 67% en Acacias con el mismo valor porcentual para las fuentes individuales (Ver Gráfica 3); explotando directamente los recursos asociados a un ecosistema estratégico, satisfaciendo sus necesidades y formas de producción a escala pequeña, donde las características de las actividades se basa en la subsistencia a causa de la carencia de capital.



**Gráfica 3. Actividades económicas en la vereda Motilón Centro**

Fuente: Elaboración propia

La estructura natural del ecosistema de Bosque Húmedo de Montaña que hace parte del complejo de Humedal Ramsar Laguna de La Cocha, permite desarrollar formas de producción a pequeña escala (minifundios), en cultivos como papa (Ver siguiente fotografía), cebolla, mora y hortalizas, cultivados en cercanías al Lago Guamuez, en donde son bajos los rendimientos, puesto que las características de los suelos son de baja fertilidad y quebradizos, limitando su productividad.



**Fotografía 9. Cultivos de papa - Sector Acacias**

Fuente: Elaboración propia

Las principales actividades económicas se centran en la explotación agrícola, ganadera, piscícola, extracción del carbón y actividades comerciales a menor escala. La baja productividad a causa de las condiciones de los suelos ha ocasionado que los habitantes busquen ingresos y empleos en servicios generales fuera de su área local.

De esta manera, los 4 sectores se dedican en mayor proporción a la actividad agrícola, a pesar de las afectaciones climáticas ocasionadas por el fenómeno de la niña en el 2010 y 2011 (CEPAL, 2012), que corresponden a pérdidas económicas significativas; por lo cual se ven obligados a laborar en zonas fuera de su vereda.

La actividad carbonera genera además de pérdidas en la economía de las familias que la practican; pérdidas significativas de bosques, dejando áreas deforestadas y abandonadas a causa de la tala intensiva del bosque primario y secundario. De igual forma, la utilización de suelos para el establecimiento de cultivos en áreas inundables vulnera aún más el ecosistema.

**Condiciones generales de la vivienda.** El Censo Sanitario permitió determinar que el 90% de sus habitantes poseen vivienda propia, en general las viviendas son de material mejorado en un 60%, en un 32% tipo ranchos y el resto son casas de madera. El 23% de las viviendas poseen techo en zinc, un 37% asbesto cemento y en un 40% en teja de barro en mal estado. En las fotografías 10 y 11, se presentan viviendas características de la vereda.



*Fotografías 10 y 11. Viviendas de la vereda Motilón Centro*

Fuente: Elaboración propia

**Oferta y demanda del recurso hídrico en la vereda Motilón.** En el componente social las variables culturales, influyen las necesidades de consumo de los servicios ecosistémicos, para la presente investigación el análisis se centró en el recurso hídrico, para lo cual se realizó el balance hídrico (Ver Apéndice D). Con el cual se evidenció que el índice de escasez encontrado proporciona un umbral de presión medio, es decir que la demanda de agua no supera el 40% de los volúmenes de agua ofrecidos por la sub-cuenca, ya que el agua superficial disponible en la vereda es mayor que la demanda hídrica para el consumo humano y para el abastecimiento de las actividades productivas, manteniendo además una corriente permanente para suministro de los bienes ambientales del ecosistema húmedo de montaña en teoría.

**Abastecimiento de agua.** Este componente describe las tecnologías comunitarias e individuales que los habitantes de la vereda El Motilón han adoptado para el acceso y tratamiento del agua para consumo. Para su consolidación se tuvieron en cuenta las categorías acceso al agua y saneamiento básico del censo sanitario realizado en la presente investigación, la evaluación de los sistemas comunitarios y alternativas domiciliarias implementadas por los habitantes de la Vereda.

**Acceso y calidad del agua.** Para la determinación del acceso de agua en la vereda, se tuvo en cuenta que tipo de fuente de abastecimiento poseía cada sector; identificándose que el sector Centro se abastece del acueducto Motilón con 40 usuarios suscritos (Ver siguiente fotografía).



*Fotografía 12. Fuente de abastecimiento y bocatoma acueducto Motilón Centro*  
Fuente: Elaboración propia

El censo sanitario permitió identificar que el 27% de la población se abastece directamente de quebradas y arroyos mediante captaciones individuales, mientras que el 73% restante tiene acceso al agua por medio de un sistema de acueducto.

Tiempo atrás el río El Encano, y las quebradas El Motilón, Quillinsayaco y San José, presentaban una alta contaminación por microorganismos patógenos entre 240 y 2.400 UFC/100ml, a causa de ser territorios de mayor número de habitantes. Hoy en día según la Universidad de Nariño gracias a los análisis bacteriológicos para el Plan de Manejo Integral del Humedal Ramsar Laguna de La Cocha, dan a conocer que los niveles de contaminación por excretas humanas y de animales, ha aumentado entre 486 y 3026 UFC/100ml (Corponariño, 2011, p. 86). Indicando de esta manera

que el agua que se abastecen los acueductos veredales de la región no es apta para consumo humano como lo describe en la siguiente tabla, siempre y cuando a éste no se les realice un tratamiento previo.

**Tabla 5**

*Análisis microbiológico de las fuentes de abastecimiento de las veredas de la Laguna de la Cocha*

Análisis unidades	Coliformes Totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml.
Ramos	7*10 <sup>3</sup>	3*10 <sup>3</sup>
El Campanero	5*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>
Santa Lucia	4*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>
Santa Teresita	1*10 <sup>3</sup>	2*10 <sup>3</sup>
Mojondinoy	4*10 <sup>3</sup>	13*10 <sup>3</sup>
Quilinsayaco	34*10 <sup>3</sup>	6*10 <sup>3</sup>
Romerillo	19*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>
El Motilón	23*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>
Carrizo	15*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>
Encano	26*10 <sup>3</sup>	2*10 <sup>3</sup>

Fuente: Corponariño (2011).

Según la Resolución 2115 del 2007 de los Ministerios de Salud y protección Social y del ministerio de Vivienda, ciudad y Territorio, el agua para que sea apta para consumo humano no podrá sobrepasar de 0 UFC/100cm<sup>3</sup> en cuanto a los parámetros de coliformes totales y fecales. Afirmando con esto, que el agua que consume la vereda El Motilón, requiere de un tratamiento previo, para que pueda ser consumida por la comunidad.

El sistema de abastecimiento de la vereda El Motilón, fue construido hace aproximadamente 45 años, funciona por gravedad, capta el agua de la quebrada Los Helechos, cuenta con una bocatoma, la cual fue reconstruida en el 2014, línea de aducción, desarenador, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Se caracteriza porque sus

estructuras no cumplen con los criterios técnicos de diseño, reflejándose lo anterior en un funcionamiento hidráulico no adecuado. En general es un sistema artesanal, fue construido por la misma comunidad de la vereda El Motilón, sin contar con unos estudios técnicos o diseños hidráulicos, las especificaciones de cada componente se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2**

**Sistema de abastecimiento de la vereda el motilón sector centro, corregimiento de El Encano.**

<b>COMPONENTES DEL SISTEMA</b>	
<b>FUENTE DE ABASTECIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	<p>La quebrada Los Helechos, nace en la zona montañosa de este sector, cuenta con caudal permanente en todas las épocas del año, en términos generales se encuentra bien protegida y no ha sido afectada por sequías durante el tiempo que el sistema ha prestado el servicio.</p> <p>La vertiente de la fuente Los Helechos en su zona alta tiene pendientes mayores o iguales al 45%, siendo los taludes vulnerables a deslizamientos y fenómenos de remoción en masa, esto sumado a los efectos de las olas invernales recientes que han azotado esta región han desestabilizado los suelos, haciéndolos inestables y generando avalanchas, en las figuras claramente se ve que esta fuente fue afectada por una avalancha la cual causó daños en la tubería de aducción, causando la suspensión del servicio por algunos días</p> <p>Otro inconveniente que afecta constantemente la calidad del agua de esta fuente es la actividad del carboneo ilegal, la cual deteriora considerablemente la calidad fisicoquímica del agua, impactando en el parámetro de turbiedad.</p> <p>Al evaluar los resultados de laboratorio obtenidos, se concluye que los parámetros que no cumplen con los valores máximos permisibles según la normatividad sanitaria colombiana (Resolución 2115 de 2007) son: turbiedad, la cual sobrepasa el valor máximo permisible levemente, a pesar de la intervención de la sub-cuenca, este parámetro se encuentra en un rango aceptable; color, sobrepasando el máximo admisible en un valor considerable, el cual es ocasionado por la vegetación en descomposición propia de la parte alta de la sub-cuenca; coliformes totales, fecales y E.Coli, estos últimos parámetros son un indicador de la intervención en la sub-cuenca, indicando la contaminación por excrementos humanos y de animales de pastoreo.</p> <p>Se concluye que el tratamiento de agua para consumo humano, se debe orientar hacia el control de estos parámetros; lo cual puede realizarse mejorando la estructura de desarenación, e implementando un sistema de filtración y</p>

### COMPONENTES DEL SISTEMA

desinfección bien sea de tipo central o a nivel domiciliario, complementado con un tratamiento del color, mediante su adsorción con carbón activado.

A continuación se presentan los resultados del análisis de calidad de agua realizado a la fuente de abastecimiento, los análisis de laboratorio, fueron realizados por Laboratorios del Valle de la ciudad de Pasto.

Parámetro	Unidad	Método utilizado	Valor de referencia	Resultado Sector Centro
pH	Unidades de pH	SM 4500-H B. Ed. 22/2012	5,0-9,0	7,48
Turbiedad	UNT	SM 2130 B. Ed. 22/2012	≤2,0	2,68
Conductividad	μS/cm	SM 2510 B. Ed. 22/2012	1000	30,00
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5210 B, 4500 O-G Ed. 22/2012	-	<1
Color Aparente	Pt/Co	SM 2120 C. Ed. 22/2012	≤15,0	20,80
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2340 C. Ed. 22/2012	300	11,0
Alcalinidad Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2320 B. Ed. 22/2012	200	<21
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	Fotométrico	0,1	0,02
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	Fotométrico	10	1,10
Fluoruros	mg F/L	Fotométrico	1	<0,10
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> /L	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B. Ed. 22/2012	250	<2,63
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	Fotométrico	250	39,00
Oxígeno Disuelto O.D.	mg O <sub>2</sub> /L	SM 4500-O C. Ed. 22/2012	-	6,45
Ortofosfatos	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L	Fotométrico	0,5	0,05
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	SM 2540 D. Ed. 22/2012	-	4,75
Solidos Totales	mg/L	SM 2540 B. Ed. 22/2012	-	<84,04
Magnesio	mg Mg/L	SM 3500 -Mg B. Ed. 22/2012	36	4,13
Calcio	mg Ca/L	SM 3500 -Ca B. Ed. 22/2012	60	2,40
Coliformes Totales	NMP 100 mL	SM 9221 B. Ed. 22/2012	0	1600
Coliformes Fecales	NMP 100 mL	SM 9222 D. Ed. 22/2012	0	350
E. Coli	NMP 100 mL	SM 9222 D. Ed. 22/2012	0	11

<b>COMPONENTES DEL SISTEMA</b>	
<b>BOCATOMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	<p>Para la captación existe una bocatoma con canal de aproximación y rejilla de fondo cuyas dimensiones son: ancho 20 cm y 61cm y la separación entre varillas es de 1.8 cm, el canal de aproximación tiene las siguientes medidas: largo: 1.80m, ancho: 0.62m, profundidad de canal: 0.20cm.</p> <p>En términos generales la estructura se encuentra en regular estado. Su rejilla tiene la capacidad para derivar el caudal requerido por la población de la vereda El Motilón sector Centro.</p> <p>Esta estructura cuenta con una tubería de rebose instalada de manera artesanal, no tiene válvulas de control ni tampoco cuenta con una caja de derivación, unidad que resulta ser indispensable para esta estructura hidráulica</p>
<b>LINEA DE ADUCCION</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	<p>El transporte de agua desde la bocatoma hasta el desarenador se realiza a través de tubería en pvc de 2", cuya longitud es de 15 m, su estado es regular, en el tramo inicial esta fisurada y gran parte del caudal captado se está desperdiciando, por lo anterior esta tubería debe ser remplazada para evitar pérdidas.</p> <p>Recientemente entre la bocatoma y el desarenador la comunidad construyó de forma artesanal una cajilla en mampostería de las siguientes dimensiones: 1,2 x 1,5m por 0,5m de profundidad, con el propósito de realizar el proceso físico de sedimentación del material grueso, sin embargo, su funcionamiento no es adecuado ya que no cumple con las dimensiones mínimas horizontales y verticales y por ende con un tiempo de retención hidráulico mínimo, generándose su rápida colmatación.</p>
<b>DESARENADOR</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	<p>Esta estructura tiene unas dimensiones de: ancho = 1.15m, largo = 3.50m, alto = 1.30m, fue construido en mampostería y cuenta con una válvula de purga, un cono de ventilación y dos tapas que permiten realizar su operación y mantenimiento, una tubería de rebose, la tubería saliente hacia el tanque de almacenamiento es de PVC de 2". Esta estructura fue afectada por una avalancha, pero los habitantes de la zona la reconstruyeron y retiraron el material generado por el flujo de lodos producido por tal evento.</p> <p>La función de esta estructura es sedimentar material grueso, sin embargo, no cumple una función adecuada ya que no cuenta con las dimensiones mínimas horizontales y verticales, por ende no cumple con el tiempo de retención hidráulico mínimo; esto se refleja en los picos de turbiedad que frecuentemente ocurren y que se aprecian a simple vista en las redes intradomiciliarias, su mal funcionamiento genera la acumulación de sólidos en la red de distribución, afectando la calidad del agua que llega a los usuarios del sistema de acueducto.</p>

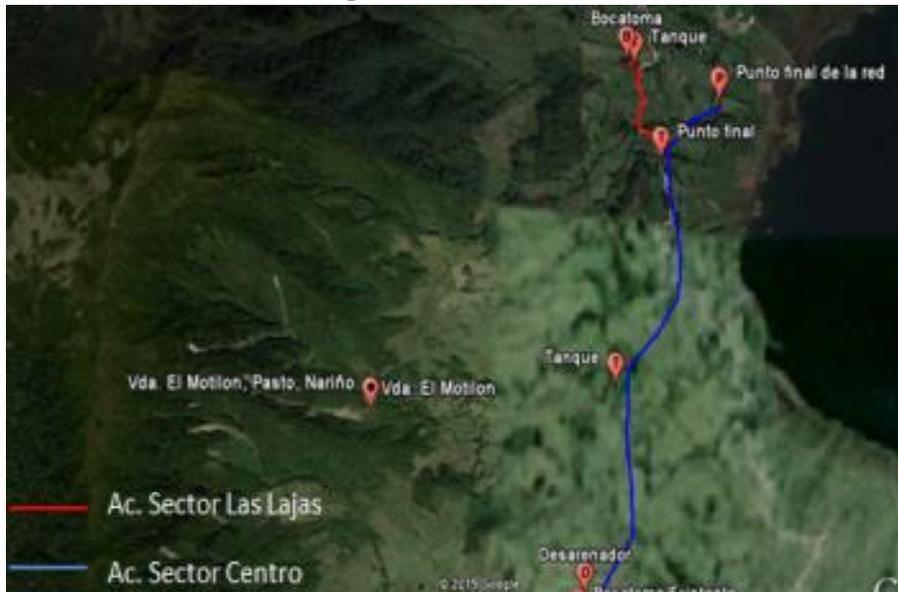
<b>COMPONENTES DEL SISTEMA</b>	
<b>CONDUCCION</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	<p>La línea de conducción está en regular estado, no se encuentra enterrada en su totalidad, hay sectores donde la tubería está expuesta a la intemperie lo cual genera la cristalización de la tubería y por ende la presencia de fisuras y fugas. Esta tubería tiene una longitud de 1.6 km, su diámetro es de 2" en PVC.</p> <p>Hay algunos sectores donde las acometidas se han hecho de manera improvisada, realizando transiciones hechizas de material de tubería (PVC a manguera plástica), esto genera fugas y la contaminación del agua transportada. La línea de conducción carece de válvulas de control, válvulas de ventosa y de purga.</p>
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	<p>El tanque de almacenamiento es una estructura semienterrada y como se observa en la figura se demarcan la uniones de dos tanques de diferentes tamaños, éstos tiene las siguientes dimensiones: tanque grande: ancho = 3.10m, largo = 2.10m, alto = 1.10m, los muros son en mampostería con una dimensión de 0.38m. Tanque pequeño: ancho = 1.40m, largo = 1.25, alto = 1.30m, los muros son en mampostería con una dimensión de 0.20m, siendo el volumen útil de almacenamiento de: 4.16 m<sup>3</sup> resultado ser insuficiente para las necesidades de los usuarios.</p> <p>Cuentan con dos tapas de inspección, las cuales permiten su operación y mantenimiento, 3 conos de ventilación, una tubería de rebose en 2" de PVC, la tubería de salida a la red de distribución es de 2" en PVC. Según información del fontanero, esta estructura fue reparada hace 3 años pero no está impermeabilizado para evitar filtraciones, además presenta fracturas en los muros laterales las cuales pueden estar generando infiltraciones.</p> <p>En general esta estructura se encuentra en regular estado.</p>
<b>RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
	<p>La red presenta un diámetro de 2" en PVC y una longitud aproximada de 800 m la tubería se encuentra enterrada en su totalidad a excepción de la parte donde ésta tiene que cruzar un río, aquí se ha improvisado un viaducto (con listones de madera) exponiendo la tubería a factores climáticos, sobre todo a creciente del río que podrían dañarla o en el peor de los casos destruir el tramo. En general este sistema necesita la reparación de red para que se optimice el funcionamiento del sistema; la instalación de las acometidas domiciliarias es muy deficiente, presentándose empalmes entre PVC y manguera plástica, la totalidad de las acometidas no cuentan con una llave o registro.</p>

### COMPONENTES DEL SISTEMA

La presión de servicio es adecuada, sin embargo se hace necesario sectorizar la red de distribución, ya que no se cuenta con ninguna válvula de control, la capacidad de transporte de la red de distribución es adecuada tanto para las necesidades actuales como para las futuras.

### PLANTA Y PERFIL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

#### Vista en planta sistema de acueducto



#### Vista perfil de sistema de acueducto



Fuente: Elaboración propia

No es necesario realizar almacenamiento del agua al interior de las viviendas, ya que la continuidad del servicio del acueducto es de 24 horas/día, sin embargo la mayoría de las viviendas

realizan esta práctica, y lo hacen en recipientes, primando los de tipo plástico, seguidos por ollas y tanques de los lavaderos, cabe resaltar que la totalidad de los recipientes se encuentran en regulares condiciones.

El 78% de las viviendas poseen instalaciones intradomiciliarias, los aparatos sanitarios con los que cuentan las viviendas son entre otros: sanitarios, lavaderos, lavaplatos, duchas y llaves de jardín la mayoría estos se encuentran en regular estado, en la siguiente tabla se presenta la totalidad de aparatos sanitarios identificados.

**Tabla 6**

*Aparatos sanitarios de las viviendas por cada sector*

SECTOR	Sanitario	Lavaplatos	Lavamanos	Lavadero	Ducha	Llave de jardín
CENTRO	32	26	6	33	30	6

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, el sistema de abastecimiento no posee ningún tipo de tratamiento del agua, por ende esta no es apta para consumo humano, por lo cual la comunidad realiza tratamientos no convencionales para consumirla, el 70% hierve el agua, el 30% realiza la filtración del agua.

**Saneamiento básico.** Otro aspecto que se caracterizó fue las condiciones de saneamiento básico dentro de las viviendas, con respecto al manejo de excretas y aguas residuales, se identificó que el 17% de la población cuenta en sus viviendas con tazas sanitarias campesinas, el 65,7% con inodoro y el 17,3% restante únicamente tiene letrinas construidas sin ninguna técnica (Ver fotografías 13 y 14), representando un grave riesgo sanitario. Con respecto a la disposición final de aguas residuales provenientes de inodoros y tazas sanitarias campesinas, el 60% lo realizan en

tanques sépticos, el 16% en fosos de absorción, el 20% realiza descargas directas a cuerpos de agua y el 4% las descarga en el suelo o campo abierto, siendo otro grave factor de riesgo sanitario y ambiental de la vereda.



*Incorrecta disposición*



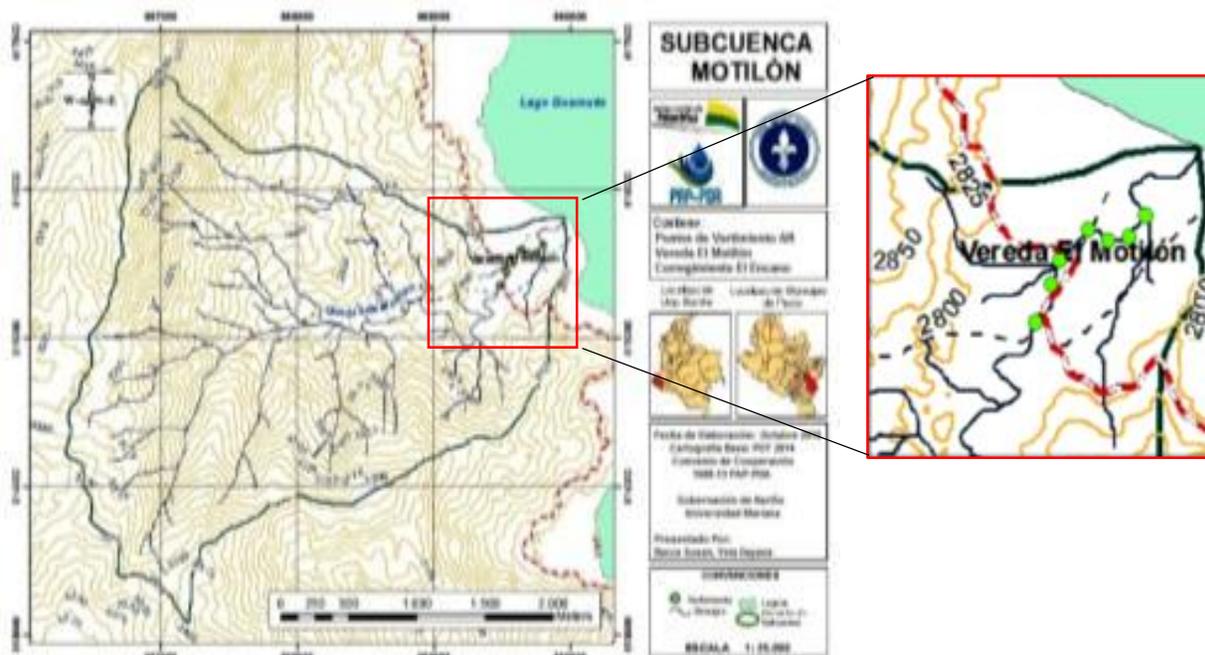
*Correcta disposición*

***Fotografías 13 y 14. Disposición final de aguas residuales***

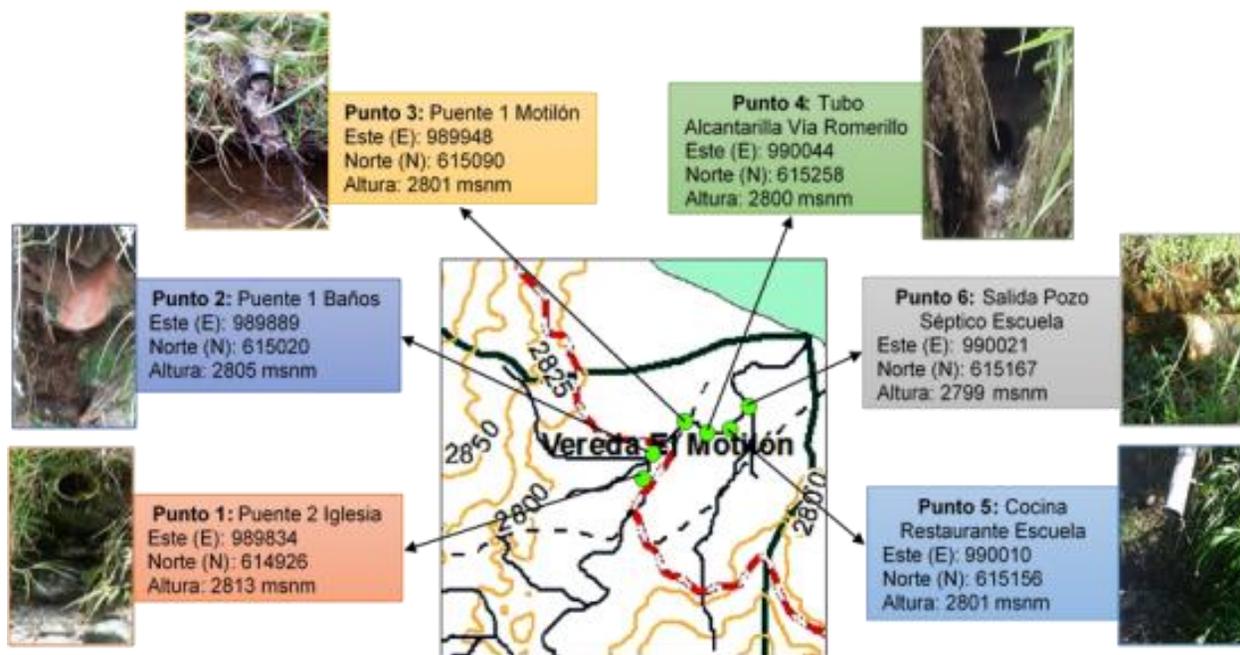
Fuente: Elaboración propia

El 25% de las viviendas dispone directamente sus aguas residuales grises en el suelo o a campo abierto, el 50% lo realizan a cuerpos de agua, el 20% las dispone en tanques sépticos y el 5% en fosos de absorción.

Se identificaron los puntos de descarga de aguas residuales domésticas a lo largo de la quebrada El Motilón sector Centro, identificando seis puntos de vertimientos, En la siguiente figura, se observa que los vertimientos se encuentran ubicados a una corta distancia entre sí y en la figura 7, se presenta la georeferenciación de cada descarga



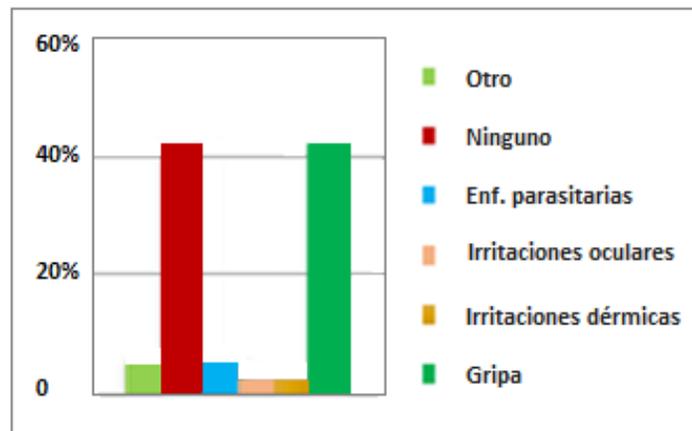
**Figura 6. Ubicación de vertimientos sobre la quebrada Motilón - Sector Centro.**  
Fuente: Bacca y Yela. (2015).



**Figura 7. Identificación puntos de vertimientos a la quebrada Motilón - sector Centro**  
Fuente: Bacca y Yela. (2015).

El manejo de residuos sólidos también representa otro riesgo ambiental y sanitario, ya que la vereda carece de un servicio de recolección y disposición, se identificó que la totalidad de las viviendas carecen de recipientes adecuados de almacenamiento de residuos sólidos, con respecto a su disposición final, el 50% de las viviendas los incinera, el 33.3% los entierra, el 16,7% restante practica ambas formas de disposición, cabe resaltar que la mayor parte de los residuos generados son de tipo orgánico, estos son utilizados en su gran mayoría como alimento de animales, entre ellos cerdos, cuyes, gallinas, vacas, conejos, truchas entre otros.

Con el censo sanitario, se logró determinar que la afectación en la salud más frecuente son las enfermedades de tipo respiratorio, siendo un 42,5% de la población afectada, lo cual es debido al clima muy frío y las fuertes temporadas de lluvias que son frecuentes en esta zona, las enfermedades de tipo parasitario han sido frecuentes en apenas el 7% de la población (Ver siguiente gráfica).



**Gráfica 4. Afectaciones a la salud más frecuente**  
Fuente: Censo sanitario - Elaboración propia

La población de la vereda Motilón demostró que prefieren tomar medidas ancestrales para tratar las enfermedades diarreicas, donde un 27% de la población utiliza remedios caseros, y un 22% prefiere ir a un centro de salud, las demás personas prefieren no tomar ninguna medida.

En general se puede afirmar que las condiciones de abastecimiento de agua y de saneamiento básico son deficientes, existiendo unos riesgos sanitarios y ambientales que afectan la salud de la población, siendo de vital importancia la intervención en el mejoramiento de la calidad del agua y posteriormente de la disposición final de aguas residuales y excretas. Se percibió que la población no asocia los factores de riesgo identificados con las enfermedades parasitarias que se presentan, siendo necesario brindar una capacitación a la comunidad para que de esta manera reconozcan los riesgos a los que están expuestos y generar hábitos saludables para minimizarlos.

**Análisis del modelo de gobernanza ambiental y sus implicaciones en el uso y aprovechamiento del recurso hídrico.** Para analizar el modelo de gobernanza existente y determinar el nivel organizacional de la vereda en cuanto al manejo del agua para consumo humano, se diseñaron una serie de fichas (Ver Apéndice C) las cuales permitieron identificar el estado de sus organizaciones, la estructura operativa existente, los niveles de participación, las estructuras de apoyo y sus estrategias de sostenibilidad, así se identificará el modelo de gobernanza ambiental y sus implicaciones en el uso y aprovechamiento del recurso hídrico.

Se convocaron a las organizaciones comunitarias existentes encargadas de la prestación del servicio de acueducto, así como también a los representantes de las fuentes individuales de abastecimiento y se realizó un taller el cual contó con una capacitación previa para la aplicación de los cinco formatos establecidos. El análisis de la información obtenida se presenta a continuación:

Al contemplar la visión social de su sistema organizacional sobre la prestación de los servicios de agua potable, es posible hacer una aclaración, y es que la relación sistémica debe existir a partir de la conservación del sistema natural (Barriga et al., 2007), siendo éste el sistema que

abastece las necesidades sociales y financieras, por tanto requiere que se realice una gestión adecuada (CEPAL, 2010, p.22) sobre la prestación de los servicios ecosistémicos.

Los líderes comunitarios, “son personas que evidencian y reconocen los conflictos sociales” (Barriga et al., 2007) sobre la explotación de los recursos naturales existentes en cada sector de la vereda Motilón Centro. Así mismo, se reconoció y evidenció que el déficit en la prestación del servicio también se debe a la mala calidad del agua, a pesar de considerarse un ecosistema bosque húmedo montano, ya que según el Plan de Manejo del Humedal Ramsar Laguna de la Cocha, todo tipo de afluentes a la laguna (Quebrada Motilón) en su estado natural, no posee características aptas para abastecimiento de consumo humano (Corponariño, 2011, p. 135), debido a las afectaciones por la extracción de recursos que día a día son demandables por el consumismo de la zona urbana, como es el caso de la producción de carbón vegetal, aislándose de lo estipulado en el Informe Nacional sobre la aplicación de la convención de Ramsar sobre los Humedales (RAMSAR,2015, p.17).

Esta producción desmesurada está agotando no solo los recursos sino también el capital humano que la vereda posee, al prevalecer el factor financiero. Pero es preciso aclarar que su interés financiero no va tras un interés lucrativo, si no tras un interés de supervivencia, al contemplar un escaso panorama de oportunidades laborales, debido a diferentes factores como: la pérdida de cultivos ante las condiciones climáticas, la falta de recursos para potencializar el turismo, como el bajo nivel participativo por organizarse para fortalecerse y poder contemplar alternativas por medio de la gestión.

Es por ello el reflejo de la débil estructura organizacional ante la prestación del servicio de agua para cada uno de los sectores, puesto que no cuentan con el compromiso de sus miembros,

al no considerar iniciativas que vayan más allá de remediar los problemas a corto plazo, impidiendo iniciativas que generen rompimiento para consolidar redes de apoyo, con el fin de ejecutar una visión amplia con proyectos integradores (natural, social, económico) para un bien común.

Por tanto se ve la necesidad de contar con al menos una persona dedicada a la gestión de las actividades de manera permanente (tiempo completo), que permita impulsar los proyectos, brindando asistencia a la comunidad con capacitaciones, intercambio de conocimientos, asistencia técnica y operativa y apoyo financiero.

Como conclusión se puede decir que la vereda Motilón Centro, no cuenta con una estructura de gobernanza ambiental que viabilice los procesos de gestión, al no garantizar una mejora en el acceso de agua para consumo humano en aspectos de calidad, cantidad y continuidad, presentando carencia participativa, administrativa, operativa y de apoyo. No obstante es preciso aclarar que existen discrepancias que van ligadas a los conflictos ocasionados por las diferencias poblacionales, ideales, culturales, políticas e intereses individuales, que fragmentan la participación comunitaria, reflejando un marcado egoísmo, ante el desacuerdo de opiniones y conductas de sus mismos habitantes.

Esta complejidad dificulta considerablemente el establecimiento y aceptación de los instrumentos de gobernanza ambiental, al presentar una frágil arquitectura de sus plataformas, lo cual impide que encajen los autores involucrados en el marco establecido como estructura de gobernanza, según lo mencionado por Milka Barriga está gestado ante la crisis ambiental que ha impactado a la sociedad (Barriga et al., 2007, p. 59).

Los modelos de gobernanza deben estar compuestos por un equipo dedicado a la operatividad de los planes del sistema, capaces de impulsar, promover, verificar, solucionar en

asistencia a lo que se pueda ostentar, cuya gestión corresponde a uno o varios autores y actores con una interrelación e interacción (Delgado, 2007, p. 70).

Según esta percepción, la comunidad en general de la vereda Motilón son considerados como un conjunto de autores influenciados, al no poseer la capacidad legítima para evaluar y resolver la severidad de los conflictos socio-ambientales en su territorio, afectando de esta manera la legitimidad del régimen actual de gobernanza ambiental mencionado por Brenner (2010), como también su eficiencia siendo ésta más que evidente.

El rol de la planificación participativa amplía la visión de lo que el territorio espera, bajo compromisos y responsabilidades, dando inicio con la identificación clara de los autores como cada uno de sus intereses, para así poder contar con una organización participativa visionaria es claro evidenciar que existen autores, como también una organización informal, con delegación de cargos y cumplimiento de actividades específicas, como también voluntad e interés por mejorar su territorio.

Es por ello la necesidad de técnicas metodológicas recreativas e inductivas que conlleven no solo al cumplimiento de las funciones, sino a ser propositivos para el planteamiento de acciones futuras en su organización, ya que la participación genuina de las comunidades según el IV Foro Mundial del Agua (Hacia una buena Gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos) es indispensable para promover inversiones con calidad social y ambiental. También es decisiva para fomentar el desarrollo sostenible en un marco democrático.

### 3.1.3 Percepción de la comunidad sobre el sistema ambiental.

Para contrastar la problemática ambiental evidenciada, se llevó a cabo un taller participativo determinado por la comunidad “Minga de encuentro y unidad por el agua” realizado el día 16 de septiembre de 2014.

Dicha actividad tuvo como objetivo principal reconocer la percepción de los habitantes de la vereda, frente a su territorio, para ser contrastada con la información en campo, es decir, poder conocer el pensamiento y la noción de la comunidad, ante el entorno donde se desarrollan (sistema Biótico-Natural).

Teniendo en cuenta que el Diagnostico Rural Participativo es una herramienta de medición cualitativa, se consideraron indicadores para cuantificar los resultados del taller, contemplando: número de habitantes, numero de fuentes, tipo de vegetación, vías de acceso, tipos de cultivos, tipos de actividades económicas, número de bocatomas, áreas deforestadas, tipos de conflictos ambientales, actividades turísticas, conflictos sociales, los cuales fueron representados en el croquis de la vereda.

Como se describió en la metodología, se realizó el taller con grupos etéreos en tres dimensiones con los siguientes resultados:

- **Diagrama Histórico.** En la elaboración del mapa, participaron habitantes mayores de 40 años, plasmando su percepción frente a los recursos naturales, basándose en la memoria colectiva de los participantes, quienes fueron describiendo su sistema Natural pasado.

El diagrama histórico representó un ecosistema poco intervenido, con alta cantidad de bosques en la parte alta y baja de la vereda, con abundancia de fuentes sin contaminantes, diversidad de fauna y flora, de igual forma manifestaron la existencia de compañerismo en los 13 habitantes de hace 50 años (Ver fotografía 15), donde prevalecía la armonía, el sentido de

pertenencia, la unidad, la cultura, entre otros aspectos. Sin embargo no contaban con beneficios como vías de acceso por lo que tenían que recorrer largos trayectos en busca de víveres al pueblo o la ciudad, haciendo de sus terrenos zonas productivas para su abastecimiento.

Como se puede notar, a pesar de las debilidades financieras, políticas, administrativas, y de más, los integrantes del grupo manifestaron que en ese entonces se vivía un ambiente tranquilo, armónico y en paz.



*Fotografías 15 y 16. Taller participativo*  
Fuente: Elaboración propia

- **Mapa parlante.** De igual forma, los participantes de 29 a 40 años de edad (Ver fotografía 16), fueron los encargados de plasmar la realidad en su vereda. A diferencia del diagrama histórico, este mapa, ilustró el deterioro del ecosistema, el crecimiento poblacional, el desvió del cauce de la quebrada Motilón, la escasez de recursos naturales, la pérdida de especies faunísticas y forestales, de costumbre culturales, y de valores como el respeto y tolerancia; donde han aumentado las actividades agrícolas, la tala y deforestación de bosques, el carboneo, entre otras actividades que se reflejaron claramente en la salida de campo, como también se evidenciaron problemas como el acceso al agua potable, el estado inadecuado de la infraestructura de abastecimiento, el estado de los suelos

y bosques de la parte alta del río, presentando inestabilidad y generando deslizamientos, el estado sanitario de las viviendas, los vertimientos sobre las fuentes hídricas y la marcada pobreza de los habitantes.

- **Visión del futuro.** Se visionó con los participantes menores de 20 años de edad, quienes plasmaron una vereda mejorada, restaurada, conservada y rehabilitada, aprovechando los recursos de manera eficiente y sostenible, aumentando el número de reservas forestales, aprovechando la utilidad de plantas medicinales para la atención de las enfermedades, recuperando los hábitats naturales con ideas de proyectos que integren a la comunidad.

Con lo anterior se logra analizar la información recolectada en los mapas parlantes durante el taller participativo “Minga de encuentro y unidad por el agua” de la mano de la visita de campo, permitiendo reconocer la composición y características ambientales de la zona de estudio, donde se dedujo que la población en general mantiene una visión de los diferentes escenarios (pasado, parlante y futuro) dentro de su territorio.

A continuación se presenta una rejilla de calificación de los problemas de mayor prioridad en la Vereda Motilón detallada en la metodología anterior, teniendo presente lo descrito en el Diagnostico Rural Participativo por los diferentes participantes de los grupos etéreos (diagrama pasado, mapa parlante, visión del futuro), de los cuales se seleccionaron tres aspectos generales para la evaluación: social, ambiental y tecnológica, integrando así en cada uno de estos componentes categorías como conflictos sociales, tipo de organización, índice de pobreza entre otros. Para el aspecto ambiental se tuvo presente las categorías del recurso hídrico, suelos, recurso forestal entre otros y por último en el aspecto técnico se categorizó la parte de saneamiento básico.

Es necesario destacar que para la cuantificación del taller participativo se tuvo presente la percepción de la comunidad, siendo ellos quienes describieron las necesidades y problemas de mayor prioridad en su territorio. Permitiendo de esta manera tener una visión más amplia de la realidad, logrando así una cuantificación de dichos problemas y falencias por medio de una jerarquización de extensión de afectación de los problemas, una jerarquización con base a la gravedad, a la capacidad de resolución propia de la comunidad y priorización de los problemas (Asensio, Eguibar y Molina 2010), de acuerdo a los aspectos sociales, ambientales y técnicos que acoge esta población.

- **Rejilla de calificación.** La rejilla de calificación de los problemas ambientales, sociales y técnicos, es una herramienta metodológica que busca develar y cuantificar los problemas sociales, ambientales y técnicos que presentan los individuos y grupos sociales, el cual se basa en la selección de indicadores que permitan la jerarquía y priorización de problemas que acoge la comunidad, siendo así, acorde para ser aplicada a la comunidad de la vereda Motilón, con el fin de cuantificar dichos aspectos; para ello se tuvo presente componentes de: calidad y cantidad del recurso hídrico, actividades productivas, conflictos sociales, nivel de organización entre otras, llevando así a un análisis integral de potencialidades y limitantes del proceso sostenible.

Para el desarrollo de esta herramienta fue fundamental tener presente los resultados obtenidos en el Diagnostico Rural Participativo, donde se valoró aspectos ambientales, sociales y técnicos, de los cuales cada uno de estos se seleccionaron los problemas más relevantes según la perspectiva de la población, llevando a cabo una descripción de estos de manera cuantitativa y cualitativa de grado: alto, medio y bajo, siendo luego estos sistematizados en una rejilla de valoración compuesta de la siguiente forma:

- Problemas de mayor gravedad = alto (4 - 5)
- Problemas de mediana gravedad = medio (2- 3)
- Problemas de baja gravedad = bajo (0-1)

Caracterizándolos cada uno de estos de la siguiente manera:



Una vez identificados los problemas se sintetizan los resultados en la rejilla de calificación de los problemas sociales, ambientales, y técnicos (Ver siguiente tabla), permitiendo esta herramienta un análisis multicriterio para la identificación de forma integral de los problemas de mayor gravedad.

**Tabla 7**

**Rejilla de calificación de problemas sociales, ambientales y técnicos**

ASPECTO	CATEGORÍAS	DIAGRAMA PASADO	MAPA PARLANTE	VISION DEL FUTURO	PROMEDIO	ESCALA CROMÁTICA
SOCIAL	Falta de una organización	5	4	4	4.33	ALTO
	Índice de pobreza	2	3	1	2.00	MEDIO
	Conflictos comunitarios	1	4	1	2.00	MEDIO
	Inadecuadas vías de acceso	3	2	1	2.00	MEDIO
	Falta de liderazgo	4	3	1	2.67	MEDIO
AMBIENTAL	Disminución de caudal en las fuentes hídricas	1	5	1	2.33	MEDIO
	Contaminación de aguas subterráneas	3	5	1	3.00	MEDIO
	Deforestación	4	5	3	4	ALTO
	Perdida de flora y fauna	1	4	1	2.00	MEDIO

ASPECTO	CATEGORÍAS	DIAGRAMA PASADO	MAPA PARLANTE	VISION DEL FUTURO	PROMEDIO	ESCALA CROMÁTICA
	Generación de residuos sólidos	2	4	1	2.33	MEDIO
TECNICOS	Falta de un tratamiento de agua para consumo humano	5	5	3	4.33	ALTO
	Inexistencia de un sistema de alcantarillado y aseo	5	5	3	4.33	ALTO
	Pago inoportuno de tarifas por la prestación del servicio de saneamiento	5	3	1	3.00	MEDIO

Fuente: Elaboración propia

Con base a lo anterior, gracias al cálculo del promedio aritmético y la calificación general de las categorías de los componentes dentro de los aspectos sociales, naturales y técnicos, se logró determinar que la vereda Motilón presenta grandes problemas frente a la falta organizacional, con respecto al inadecuado uso de los recursos forestales y de igual modo presenta un déficit en el aspecto técnico por la inexistencia de acueducto que garantice agua potable y saneamiento básico. En cuanto a las otras categorías, se evidencia que presentan de igual modo grandes falencias, destacando que si éstas no se trabajan de manera eficaz, podrían calificarse en problemas de alta gravedad.

Desde tiempos remotos en la vereda, a pesar de que no existía una organización comunitaria, el sistema natural se encontraba en una condición estable; la comunidad realizaba un tipo de conservación, siendo ellos parte de la naturaleza. Sin embargo hoy en día el ser humano no hace parte del entorno natural, por tanto su dominio agresivo no ha sido planificado y no ha contemplado los riegos asociados.

Es por ello la necesidad de que exista una formación organizacional que permita una planificación y progreso comunitario de manera independiente, sostenible y responsable en el desarrollo de su cultura ambiental, proponiendo iniciativas encaminadas a la satisfacción de sus necesidades, intereses personales y comunitarios de manera sostenible.

### **3.1.4 Componente institucional**

Según Camou (2007, p. 7) este subsistema busca un estado de equilibrio dinámico entre el nivel de las demandas sociedades y la capacidad del sistema político, para responder de manera legítima y eficaz, bajo los niveles culturales, institucionales y políticos de una comunidad. Las instituciones son creadas por el ser humano (Douglas, 1995, p. 78), siendo éstas las encargadas de definir una estructura de incentivación, dando lugar a una interacción bajo aspectos sociales ambientales, políticos y económicos.

Es por ello la importancia del estudio de este sistema dentro de la vereda Motilón, para identificar cual ha sido la cooperación y la presencia de éstas dentro de la zona de estudio y del mismo modo identificar como ha sido las relaciones con el hombre, destacando que éstas instituciones son fuente de desarrollo tanto en lo social, político y económico (Coase, 2010, p.2).

Sin embargo la información recolectada bajo el criterio de la comunidad con base a talleres de diagnóstico rural participativos, se determinó que el apoyo de las instituciones es escasa en cuanto a la inexistencia de alianzas y convenios de cooperación para la conservación de los recursos naturales, el uso sostenible de la biodiversidad y mejora de la calidad de vida.

Por lo cual se vio necesario rectificar dicha información en las instituciones de carácter formal e informal (Corponariño, Parques Nacionales Naturales, la Gobernación de Nariño, las

ONGs, la Alcaldía, el Cabildo Quillasinga, Universidades, etc.), diseñando un tipo de encuesta para la recolección de dicha información de manera puntal contenida en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3**

**Apoyo institucional en la vereda El Motilón**

INSTI-TUCIÓN	PROYECTOS	ALCANCE
CORPONARIÑO	<p><b>Implementación de alternativas para evitar la deforestación y mitigación del riesgo en áreas de alta significancia ambiental en el Humedal RAMSAR Laguna de la Cocha en el Departamento de Nariño 2014</b> (Corponariño, 2014 p. 43). La planificación y ordenación de fincas en el Humedal RAMSAR Laguna de Cocha, por medio de la implementación de Las Unidades de Producción Sostenible (UPS) como una alternativa para mitigar y prevenir la deforestación, siendo estas unidades consideradas como un conjunto de componentes organizados, que se instalen en un predio como un incentivo a la protección de áreas estratégicas.</p> <p>Éstas quieren ser implementadas en áreas de mayor afectación, dichas alternativas son: Huerto leñero, Estufa ecoeficiente, áreas de conservación de bosque natural, unidad avícola, capacitaciones de tecnología. Las veredas beneficiarias serán: Bellavista, El Socorro, Casapamba, El Carrizo, <b>El Motilón</b>, Romerillo, Ramos, Santa Lucia, Santa Isabel, San José, Campo Alegre, Santa Clara, Santa Rosa, Mojondinoy, Santa Teresita, El Naranjal.</p>	<p>En proceso de ejecución, el cual su tiempo de duración se estima en 36 meses a partir de la asignación de los recursos, cuenta con las siguientes fases:</p> <p>Ejecución de metas físicas, ejecución físicas de actividades por meta, ejecución financiera actividades, seguimiento a la ejecución presupuestal por categoría de inversión, descripción de avance en la ejecución, ejecutivo, (informes finales).</p>
	<p><b>Implementación de tecnologías para evitar la deforestación sobre el bosque protector y optimización del uso de los recursos naturales, en las cuencas hidrográficas de los Ríos Guitara, Mayo, Juanambú, Guamues y Guiza</b> (Corponariño, 2014 p. 76). Los Ríos Guitara, Mayo, Juanambú, Guamues y Guiza se destacan entre los ríos más importantes, éstos se encuentran en un avanzado estado de degradación a causa de la implementación de prácticas de producción agropecuaria poco amigables con la conservación de los mismos usos llevando al desequilibrio.</p> <p>Mediante una planificación, ordenación, adecuación, uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales presentes en las cuencas mediante la implementación de acciones concertadas con la comunidad, sistemas productivos sostenibles.</p>	<p>5 socializaciones realizadas para dar inicio a la ejecución del proyecto.</p> <p>200 familias beneficiadas y predios seleccionados.</p> <p>200 predios planificados de manera concertada con los beneficios.</p> <p>200 unidades productivas sostenibles establecidas y 100 hectáreas de coberturas vegetales implementadas como estrategias para reducir la sobre-explotación del bosque en la cuenca del río Guitara Mayo, Juanambú, Guamues y Guiza.</p> <p>200 hectáreas de coberturas vegetales asociadas para conservación.</p>

INSTI-TUCIÓN	PROYECTOS	ALCANCE
	<p><b>Implementación de acciones prioritarias de conservación y manejo sostenible del Humedal RAMSAR Laguna de la Cocha en el Corregimiento del Encano Municipio de Pasto. 2010</b> (Corponariño, 2011 p. 34). En este diagnóstico se da a conocer los páramos y humedales en vulnerabilidad por los macro proyectos agrícolas, viales, y minero energético, ocasionando una transformación y fragmentación de ecosistemas, alterando así principalmente el recurso hídrico y la degradación del suelo. Este proyecto apunta la implementación de acciones de restauración ecológica, contando con el apoyo interinstitucional de la Gobernación de Nariño y del Municipio de Pasto.</p> <p>Para ello presentaron el tipo de especies forestales a utilizar como huerto leñero, quienes fueron seleccionadas por los mismos beneficiarios del proyecto y de la disponibilidad del área en cada predio es decir si se establece como plantación lineal o en bosque.</p>	<p>Se implementaron 70 unidades de producción agroecológica, distribuidas así: en la <b>Vereda Motilón 9</b>, en la vereda Romerillo 8, en la vereda Ramos 9, en la vereda Santa Lucía 9, en la vereda Santa Isabel 13, en la vereda Naranjal 9, en la Vereda Santa Teresita 7 y en la vereda Mojondinoy 6. Esta entidad elaboró una ficha técnica con el fin de llevar un seguimiento y acompañamiento técnico a las comunidades y beneficiaria del proyecto, verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos por la comunidad en cuanto al acompañamiento y al cuidado de las plantaciones forestales protectoras y agroecológicas establecidas.</p>
	<p><b>Implementación de acciones para la conservación, manejo y control de los recursos fauna y flora en la cuenca alta del río Guamuez, municipio de Pasto, departamento de Nariño. 2009</b> (CORPONARIÑO, 2009, p. 18). En el corregimiento El Encano realizaron talleres de capacitación de educación ambiental de manera integral y didáctica, haciendo énfasis principalmente en la conservación de los recursos flora y fauna, donde las instituciones educativas (vereda del Romerillo, el Carrizo, Motilón, Campo Alegre, El Puerto y el Encano), las asociaciones de familias carboneras y el cabildo indígena Quillasinga “refugio del sol” participaron de manera muy activa.</p>	<p>Lograron realizar un seguimiento y monitoreo a las especies de fauna Danta de Páramo y osos de anteojos, realizaron 30 recorridos de monitoreo de los cuales 21 fueron positivos y 9 negativos por falta de visualización de dichas especies.</p>
	<p>Contrato interadministrativo entre Corponariño y la Gobernación de Nariño para la implementación de sesenta Unidades Productivas Sostenibles. 2009 (CORPONARIÑO, 2009, p. 23).</p>	<p>Implementaron 60 Unidades productivas, 30 talleres de capacitación para el establecimiento de las Ups y seguimiento a las UPS implementadas en el año 2008.</p>
	<p>Formulación del Plan de Manejo Integral del Humedal RAMSAR Laguna de la Cocha e implementación de acciones para la conservación y restauración en el corregimiento del Encano Municipio de Pasto – Nariño. 2008 (CORPONARIÑO, 2011, p. 54).</p>	<p>Implementaron 70 unidades productivas 50 talleres participativos para la formulación del plan y establecimiento de las UAS.</p>

INSTI-TUCIÓN	PROYECTOS	ALCANCE
<p style="text-align: center;"><b>ALCALDIA DE PASTO SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL</b></p>	<p>Diseño de alcantarillado pluvial y sanitario del Encano Centro, corregimiento de El Encano - Municipio de Pasto. 2014. Tiene como objetivo general diseñar el alcantarillado pluvial y sanitario del Encano Centro del corregimiento de El Encano - Municipio de Pasto, Departamento de Nariño, donde sus objetivos específicos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el estado y operación del sistema de alcantarillado.</li> <li>• Evaluar la infraestructura existente y proyectar a 25 años las soluciones para el manejo y disposición de las aguas residuales domésticas y pluviales, de acuerdo con el RAS 2000 y sus respectivas modificaciones de noviembre de 2009</li> <li>• Confrontar la proyección de crecimiento con las necesidades reales previstas en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial y sus zonas de expansión.</li> <li>• Dar cumplimiento a los requerimientos establecidos por Ventanilla Única del MAVDT.</li> </ul>	<p>Dicho proyecto se encuentra en proceso, quien recolectará todas las aguas sanitarias desde las viviendas y se conducirá por medio de Colectores secundarios hasta un colector primario el cual conducirá las aguas en su conjunto a un solo punto de vertimiento donde posteriormente se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales</p>
<p style="text-align: center;"><b>PROGRAMAS DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO - (PNUD)</b></p>	<p><b>Análisis Socioeconómico del Área que Contenga Presiones, Amenazas y Tensionantes</b> CORPONARIÑO, 2014, p.3)  Se identificó las presiones y amenazas que tienen los diferentes ecosistemas ubicados en la laguna de La Cocha, por medio de una recopilación de información secundaria y primaria (diagnósticos comunitarios y diálogo de saberes), para recopilar el conocimiento tradicional de importancia para la comunidad, de igual modo usaron otro tipo de metodologías como lo es visitas de reconocimiento y acompañamiento y participación de los talleres de reuniones comunitarias para iniciar un proceso de información de cada una de las veredas.</p> <p><b>Zonificación de cuencas hidrográficas, áreas de conservación y restauración, priorizadas por la comunidad en el Corregimiento El Encano</b> (CORPONARIÑO, 2014, p.12). Llevaron a cabo un análisis espacial bajo datos cartográficos oficiales a escala 1:100.000 y posteriormente a escala 1: 5.000, lo cual generó información enfocada a resaltar lugares aptos para establecer procesos de conectividad, preservación y restauración ecológica en áreas de importancia natural para la biodiversidad, quienes prestan bienes y servicios ecosistémicos, satisfaciendo las necesidades básicas de la población; de igual manera se llevaron a cabo metodologías como lo es la recolección de datos bajo ayuda de entidades privadas y públicas</p>	<p>Las problemáticas de degradación del suelo y de los recursos naturales se dan principalmente por causas antrópicas, por ello se hace necesaria una correcta educación ambiental para dar a los suelos y el agua un manejo adecuado. En la región existen instituciones generadoras de proyectos cuya finalidad es propender hacia el desarrollo sostenible y la preservación de los recursos naturales.</p> <p>La información recolectada sirve como insumo cartográfico que puede ser tomado en cuenta para la toma de decisiones en procesos ambientales de restauración y conservación del territorio.</p>

Fuente: Elaboración propia

Por lo anterior se puede deducir que si existe un apoyo institucional dentro del Corregimiento y más específicamente en la vereda Motilón, al ser parte del Humedal Ramsar, lo que les obliga a estas instituciones a una buena gestión ambiental, a la inversión de recursos económicos, logísticos y humanos para la conservación y restauración de este ecosistema estratégico.

Acorde con lo que planteó la comunidad, se puede contrarrestar, identificando así que la forma de liderazgo es autocrítico e impositivo, quienes impiden el apoyo de las instituciones bajo sus mecanismos de subordinación, al tener una visión no muy conforme ante las ejecuciones de dichos proyectos al considerarlo un proceso lento y a largo plazo, a causa de los periodos de gobierno, volviendo más difícil los mecanismos de ejecución y eficiencia, porque no hay un control en cuanto a la rendición de cuentas en las diferentes materias de acción gubernamental y la experiencia en el uso de instrumentos para coordinar dos o más unidades político-administrativas no cuentan con mecanismos eficientes para asegurar la rendición de cuentas.

### **3.1.5 Análisis integral.**

En el taller Minga de Encuentro y Unidad por el Agua, se pudo verificar que la vereda Motilón posee grandes impactos ambientales, debido a la intervención que el hombre ha ido generando a causa de las actividades antrópicas y el crecimiento poblacional respecto a las actividades productivas ejercidas como: la ganadería a pequeña escala, donde se evidenció como el ganado interfiere con las pisadas y con las actividades de pastoreo sobre las fuentes abastecedoras; los minifundios de las actividades agrícolas, para el consumo domiciliario y comercial, en cuanto a cultivos de papa, cebolla, mora silvestre, acelga, repollo, tomate, especies aromáticas, entre otras.

El uso principal en la actualidad es el de bosques primarios intervenidos y bosque secundario (Corponariño, 2011, p. 127), con suelos susceptibles a la erosión, aunque no cuantificado, en cuanto a la extracción de carbón vegetal en la zona, deforestando hectáreas de bosques primario y de vital importancia como hábitats de especies, siendo utilizados para realizar la quema del carbón (Ver fotografías 17 y 18), a causa de la necesidad económica ante la demanda comercial de carbón vegetal en el sector urbano mayoritariamente y criaderos de truchas aledaños a las fuentes de abastecimiento; deteriorando el sistema ambiental de manera significativa en contraste con lo retrospectivo. Sin embargo existe una percepción sostenible por parte de la comunidad joven, dando a conocer que poseen un nivel de conciencia ambiental.



**Fotografías 17 y 18. Actividades de deforestación y carboneo identificadas.** En la zona alta, se presentan frecuentes actividades de deforestación del bosque húmedo montano, para extracción de madera y para producción artesanal de carbón. Fuente: Elaboración propia.

Gracias al recorrido realizado, se identificó la estructura geológica y topográfica de la vereda Motilón, como los impactos al ecosistema determinando que este sistema posee características propias de un Humedal Lacustre formando parte del piedemonte amazónico como fue mencionado anteriormente, que aun así, la conservación de ciertas zonas estratégicas en el abastecimiento de agua para consumo humano están siendo degradadas, donde el ser humano ha

ocasionado alteraciones en las zonas montañosas a causa de las actividades antrópicas adelantadas (carboneo, agricultura, deforestación, entre otros) las cuales afectan directamente estas áreas vulnerables.

Este tipo de ecosistemas, es el principal regulador de las corrientes de agua de la zona, al ser un ecosistema húmedo, el cual debe manejarse con cautela sobre la parte alta, reforestando especies de raíces largas que soporten la inestabilidad del suelo a causa de la saturación de agua y de la pérdida de la capa orgánica que generan la disminución de la cobertura vegetal, factor natural del ecosistema (Kiss y Bräuning, 2008, p. 34), acelerando a causa de las actividades antrópicas.

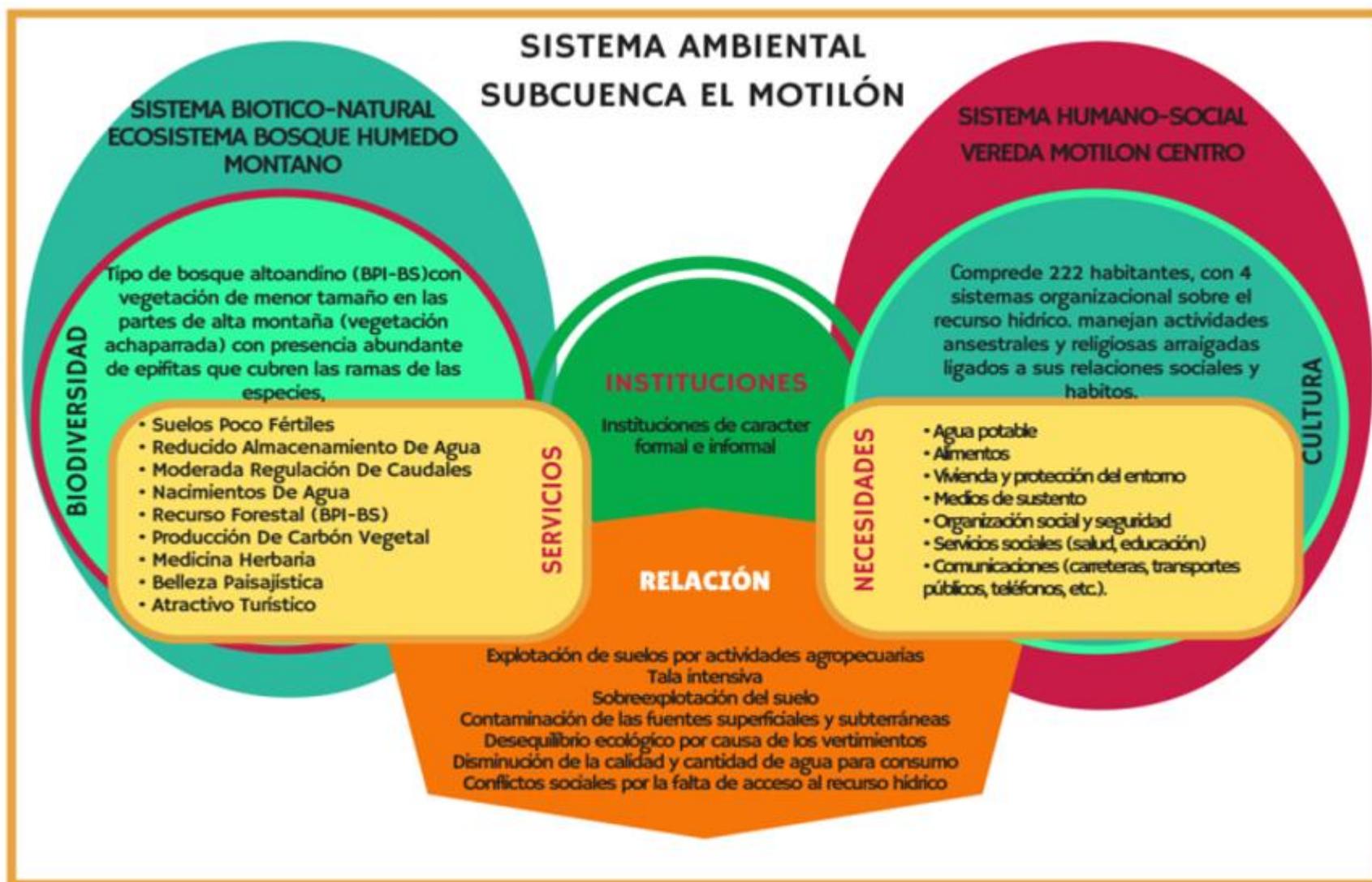
El aprovechamiento forestal presenta limitaciones por erosión que cambio su clasificación moderada (Corponariño, 2011, p. 115) dada por el Plan de Manejo Ambiental Integral Ramsar Laguna de La Cocha, con fertilidad baja y afloramientos rocosos, al ser una de la sub-cuencas de mayor pendiente, por lo tanto, es necesario proteger la cobertura forestal para mantener en equilibrio la esorrentía y evitar la pérdida de suelos por arrastre y evitar poner en riesgo a la comunidad de la vereda Motilón Centro, ante los deslizamientos que se han venido presentando (Ver siguiente fotografía).



***Fotografía 19. Deslizamientos identificados.***  
Fuente: Elaboración propia

Es así como los servicios ambientales del ecosistema de bosque húmedo montano se han visto reducidos, frente a las implicaciones que el hombre ha venido adelantando en pro de su subsistencia, agotando lo que su hábitat le ofrece y más aun agotando la calidad, cantidad y continuidad del agua.

Es relevante decir que la comunidad reconoce que dichos impactos son generados por ellos mismos, pero manifiestan que no tienen alternativa que lo evite y que además les genere rentabilidad. Ante la escasez laboral y productiva se ven obligados a elaborar carboneo en aprovechamiento a la demanda del sector urbano, a quienes les generan mayores ingresos que el pago de un jornal estimado en seis mil pesos (6.000 pesos), que deben usarse para satisfacer las necesidades de una familia (Corponariño, 2011, p. 136). A continuación, en la figura 8, se describe de manera gráfica el sistema ambiental de la Sub-cuenca El Motilón, relacionando los servicios y las necesidades de la población.



*Figura 8. Servicios vs Demanda en la Sub-cuenca El Motilón*  
Fuente: Elaboración propia

La economía de la vereda Motilón Centro presenta limitaciones haciendo que ésta se encuentre en un estancamiento, produciendo en la comunidad un desinterés por buscar alternativas dentro su territorio, llevándolos a recurrir a las ofertas laborales fuera de su vereda, para poder solventar las necesidades de su hogar, o intensificar otro tipo de actividades como el carboneo, la deforestación, entre otros.

Los procesos adelantados en la vereda Motilón frente a la prestación del servicio de agua potable para consumo humano, refleja en la comunidad segmentación y desarticulación territorial y social, manifestando conflictos al interior de cada sector como lo mencionan Zuluaga y Mosquera (2012).

Uno de los principales fines de la gobernanza ambiental según Brenner (2010) es ir tras la solución de conflictos por medio de consolidación de un territorio organizado, contando además con herramientas que facilitan el accionar de cada una de las iniciativas planteadas, de la mano de la participación de cada sector de la sociedad tanto público, privado y civil, para llegar a acuerdos concertados que sean viables de ejecutar de su entorno.

La adopción sistémica de alternativas debe reconocer, valorar y fortalecer el potencial natural, humano e institucional existente en su entorno, configurando su apropiación consiente sobre el uso adecuado del territorio, en específico en agua, sobre los diversos contextos espaciales y temporales. Este tipo de alternativas involucran al sistema ambiental (sistema Humano-Social, sistema Biótico-Natural y sistema Institucional), contemplándose como soporte en la estructura territorial del ecosistema donde se permite una interacción (hombre-naturaleza) integrando y reconociendo las identidades de la sociedad en marcadas en un sistema de gobernabilidad existente y competitivo provisto por la comunidad.

Es necesario recalcar que la estructura territorial está comprendida como un ecosistema de bosque húmedo de montaña, cuya alternativa a elegir deberá cumplir con criterios que garanticen la permanencia ecológica y la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer los recursos y posibilidades futuras.

Estos criterios permiten incrementar las expectativas para la zona de estudio, sirven como base de razonamientos o acción, los cuales fueron divididos teniendo en cuenta los componentes del sistema ambiental subcuenca Motilón, permitiendo así una calificación más acorde a la realidad que presenta la vereda.

Gracias al diagnóstico realizado en esta investigación, se logró identificar y analizar los diferentes problemas y necesidades que acoge el sistema Biótico-Natural, sistema Humano-Social y sistema Institucional, por tanto se procedió a la formulación de unos criterios por cada componente:

Siendo estos esenciales para la comparación y selección de la alternativa de fortalecimiento institucional y la alternativa técnica, las cuales deberán conllevar a un mismo fin, que es la solución de los problemas y necesidades que acoge a la comunidad y el ecosistema de la vereda Motilón.

Con el fin de orientar la selección de metodología para la apropiación social de tecnologías en agua potable, a continuación en el siguiente cuadro, se presenta los criterios del sistema ambiental Subcuenca Motilón.

**Cuadro 4**

***Criterios para cada componente señalado***

COMPONENTE	CRITERIOS
<b>Sistema Biótico- Natural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Restauración ecológica con prácticas sostenibles</li> <li>✓ Conservación del ecosistema por el uso eficiente sus servicios ambientales</li> </ul>

COMPONENTE	CRITERIOS
<b>Sistema Humano Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accesibilidad al recurso hídrico para consumo humano.</li> <li>✓ Organización estructurada, bajo el cumplimiento de funciones por medio de un compromiso comunitario.</li> <li>✓ Participación comunitaria para un bien común en busca de un progreso</li> <li>✓ Caudal disponible para solventar las necesidades básicas de la población.</li> <li>✓ Cultura del agua, gracias a la percepción de la importancia de este recurso vital para la subsistencia de la población y generaciones futuras.</li> <li>✓ Disminución de enfermedades gastrointestinales gracias al abastecimiento de agua apto para el consumo humano.</li> </ul>
<b>Sistema Institucional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vínculos de apoyo que favorezcan las alianzas con las instituciones.</li> <li>✓ Retroalimentación de conocimientos y divulgación de información encaminada a la conservación del ecosistema.</li> <li>✓ Adaptación de tecnologías no convencionales en pequeñas comunidades</li> <li>✓ Bajo costo de inversión, considerando que es una zona rural y de bajos recursos económicos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Los anteriores criterios se determinaron con el fin de orientar los procesos de selección de estrategias y alternativas en diferentes proyectos que busquen el desarrollo integral del territorio.

### **3.2 Identificación y selección de una metodología para generar la apropiación social de la tecnología de filtros doble vela cerámica para mejorar la calidad del agua para consumo humano.**

Para lograr una operación, manejo y mantenimiento adecuado de la tecnología seleccionada como alternativa para mejorar la calidad del agua en el sector centro de la vereda El Motilón, se realizó una revisión bibliográfica referente a las metodologías existentes que inciden en la

apropiación social del conocimiento, en este caso la apropiación social de la tecnología descentralizada para mejorar la calidad del agua. Centurión et al. (2001), señalan al respecto:

Muchas evidencias demuestran que la sola dotación de servicios de saneamiento, no contribuye a mejorar las condiciones de vida y salud de las comunidades. En muchos casos, el hecho que las comunidades desconozcan los factores de riesgo que influyen sobre la salud, hace que no aprecien, no utilicen, ni mantengan adecuadamente sus instalaciones sanitarias.

Lograr el cambio de hábitos de higiene en las comunidades es una tarea primordial de la educación sanitaria, un componente generalmente marginado en los proyectos de saneamiento básico. Muchas veces, las metodologías de capacitación aplicadas en el sector, parten de una concepción vertical, mostrando una visión unilateral de los problemas y sus soluciones; ubican al capacitador en un plano distante, sin iniciativas para el diálogo y con actitudes percibidas como un modo de imposición de ideas, por eso no logran resultados sostenibles.

Por lo anterior, para alcanzar la apropiación social de una nueva tecnología de potabilización de agua en la comunidad de la Vereda El Motilón, se optó por buscar metodologías o estrategias de educación sanitaria participativa, donde la comunidad beneficiaria tenga un papel relevante asumiendo el liderazgo en la planificación del proyecto o intervención, generando así una contribución en la apropiación social de la tecnología a implementar.

### **3.2.1 Metodologías participativas de educación sanitaria en agua potable y saneamiento básico.**

Teniendo en cuenta la problemática en cuanto al saneamiento básico, especialmente a la calidad del agua y las características socioambientales de la vereda El Motilón, las metodologías factibles de implementar para la presente investigación son las que se relacionan el cuadro 5.

**Cuadro 5**

**Principales metodologías o estrategias participativas de educación sanitaria identificadas acordes al contexto de la Vereda El Motilón.**

<b>METODOLOGÍA</b>	<b>SARAR</b>
<b>Significado de su nombre</b>	(Self-esteem, Associative strengths, Resourcefulness, Action planning and Responsibility) Seguridad en sí mismo (Autoestima), Asociación con otros, Reacción con ingenio, Acciones planeadas, Responsabilidad (compromiso)
<b>Autores / Año de creación</b>	Dra. Lyra Srinivasan, Ron Sawyer, Jacob Pfohl y Chris Srinivasan / Años 70
<b>Aplicación</b>	Aunque originalmente fue diseñada para uso en contextos rurales, SARAR ha comprobado su flexibilidad al adaptarse a contextos urbanos y ha sido aplicada a una amplia variedad de sectores del desarrollo humano y social: vivienda, cooperativa, programas de agricultura, higiene, salud, agua y saneamiento, entre otros.
<b>Breve descripción de la metodología</b>	<p>Es una metodología participativa de educación no formal para adultos, aduciendo la capacitación como vehículo para lograr la participación comunitaria. Se concentra en el desarrollo de la capacidad para evaluar, elegir, planificar, crear, organizar, tomar iniciativas y fomentar la responsabilidad colectiva para la toma de decisiones y la planificación de las acciones.</p> <p>SARAR se basa en los principios de aprendizaje, en particular que los adultos aprenden y cambian de comportamiento, de una mejor manera cuando lo hacen en grupos en grupos y que los adultos aprenden mejor cuando tienen un problema auto-identificado para resolver. Cuando los adultos han definido el problema y la solución, ellos son sus dueños, siempre que nadie se los quite. La estrategia para conseguir integrar estos principios es la siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formar a formadores sobre el método SARAR.</li> <li>2. Los formadores forman a los coordinadores encargados de utilizar las herramientas SARAR para la formación y la coordinación de las poblaciones.</li> <li>3. Formar a los habitantes de los pueblos capaces de utilizar las herramientas SARAR y apropiarse de los objetivos del proyecto. Su formación permite a la comunidad proseguir con un desarrollo endógeno (Aplicación de la metodología SARAR)</li> </ol>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>PHAST</b>
<b>Significado de su nombre</b>	(Participatory Hygiene and Sanitation Transformation, Participación en la transformación de la higiene y el saneamiento)
<b>Autores / Año de creación</b>	PNUD – OMS / 1992
<b>Aplicación</b>	En un primer momento, los programas como PHAST fueron creados para ayudar a grupos comunitarios (aldeas rurales, pequeñas ciudades). Sin embargo, pueden también llevarse a cabo campañas de sensibilización y de educación a mayor escala (departamental, estatal).
<b>Breve descripción de la metodología</b>	Es una metodología derivada de SARAR, el propósito de PHAST es hacer que las comunidades asuman el liderazgo en la planificación de sus propios proyectos de agua y saneamiento. La idea es no dar la educación sobre higiene a personas, hogares

	<p>o aún a grupos comunitarios. La idea es ayudar a un grupo de planificación comunitaria seleccionado a decidir por sí mismos qué cambios les gustaría hacer en el comportamiento comunitario.</p> <p>PHAST “Es un proceso metódico de participación (más estructurado que SARAR y que lo complementa) que abarca desde la evaluación de conocimientos, la investigación de su situación ambiental, la visualización de un escenario futuro, el análisis de los obstáculos que impiden el cambio, la planificación para el cambio, hasta, finalmente, la implementación del cambio por los propios actores”. (Sawyer, Wood, &amp; Simpson-Hébert, 1999)</p> <p>Se conforma por una serie de actividades de aprendizaje y planificación que siguen una secuencia lógica específica que lleva a la toma de decisiones finales concretas. Estas decisiones finales son propiedad del grupo de planificación comunitaria, y ellos son responsables de asegurarse que las decisiones sean implementadas. Así, los proyectos de agua y saneamiento se vuelven proyectos guiados por la comunidad y propiedad de la comunidad como resultado de PHAST. Los pasos de PHAST son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación del problema</li> <li>- Análisis del problema</li> <li>- Planificación de soluciones</li> <li>- Selección de opciones</li> <li>- Planificación de nuevas instalaciones y cambios de comportamiento</li> <li>- Planificación del monitoreo y evaluación</li> <li>- Evaluación de la participación</li> </ul> <p>Está diseñado para maximizar la participación comunitaria y para fomentar la participación de personas con pocos conocimientos y marginadas, quienes a menudo son mujeres. Se pretende que PHAST eleve la conciencia en las primeras semanas de la fase de inicio de un proyecto de agua y saneamiento sobre la necesidad de mejores comportamientos higiénicos y de saneamiento para complementar y aprovechar al máximo un sistema de suministro de agua nuevo o rehabilitado.</p>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>CHAST</b>
<b>Significado de su nombre</b>	(Children Hygiene and Sanitation Transformation, Participación de los niños en la transformación de la higiene y del saneamiento)
<b>Autores / Año de creación</b>	La metodología CHAST surgió de una serie de sesiones con escolares en el noroeste de Somalia en la segunda mitad de 2002, fue desarrollado por Caritas Luxemburgo y Caritas Suiza en el 2002
<b>Aplicación</b>	En población infantil de zonas rurales o urbanas marginales.
<b>Breve descripción de la metodología</b>	La metodología (CHAST) Participación de los niños en la transformación de la higiene y del saneamiento) tiene un enfoque nuevo desarrollado para la promoción de la higiene personal de los niños que viven en las zonas rurales de países como Somalia. Basado en la metodología PHAST, CHAST utiliza una variedad de ejercicios y juegos educativos para enseñar a los niños entre 5 y 12 años los vínculos entre higiene personal y salud. El enfoque se basa en la premisa de que las prácticas de higiene son en gran medida adquiridos durante la infancia y que es mucho más fácil cambiar los hábitos de los niños que los de los adultos.

	<p>Surgió de una serie de sesiones con escolares en el noroeste de Somalia (Somalilandia) en la segunda mitad de 2002, durante el cual los ejercicios y lecciones de PHAST fueron revisados y adaptados a las necesidades y la comprensión natural de los niños somalíes jóvenes. Los ejercicios resultantes buscan entregar lecciones fundamentales de higiene y la información de una manera divertida y memorable. Utiliza un enfoque "de niño a niño para alentar a los niños a participar activamente en abiertas discusiones y, siempre que sea posible, para compartir sus experiencias e ideas con sus compañeros.</p> <p>Se basa en 5 pasos: Introducción, identificación del problema, análisis del problema, buenas prácticas de higiene y monitoreo.</p>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>SANTOLIC</b>
<b>Significado de su nombre</b>	Saneamiento total liderado por la comunidad
<b>Autores / Año de creación</b>	El enfoque de SANTOLIC se origina con la evaluación del programa de saneamiento tradicional de Water Aid, Bangladesh y su organización asociada local - VERC (Centro Comunitario de Recursos Educativos, una ONG) realizada por Kamal Kar y su posterior trabajo en Bangladesh a fines de 1999 y durante 2000.
<b>Aplicación</b>	Zonas rurales o urbanas marginales.
<b>Breve descripción de la metodología</b>	Se realiza a través de un proceso de despertar social que es estimulado por los facilitadores de dentro o fuera de la comunidad. Se concentra en toda la comunidad en lugar de comportamientos individuales. El beneficio colectivo que genera la eliminación de la defecación a campo abierto (DCA) puede fomentar una mayor cooperación con este enfoque. Las personas deciden como van a crear un medio ambiente limpio e higiénico que beneficie a todos con un enfoque integral para lograr y mantener la calificación de comunidad "Libre de Defecación a Campo Abierto" (LDCA). SANTOLIC incluye la facilitación de un análisis de parte de la comunidad acerca de su perfil de saneamiento, sus prácticas de defecación y las consecuencias; esto debe conllevar a la acción colectiva para lograr el estatus de LDCA. El enfoque en el que otros "enseñan" a los miembros de la comunidad no pertenece a SANTOLIC, pues SANTOLIC es un método que pone la responsabilidad en la comunidad. La metodología se centra en la provocación de cambios en el comportamiento sanitario en lugar de la construcción de inodoros.
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>VIVIENDA SALUDABLE "QUE VIVA MI HOGAR"</b>
<b>Significado de su nombre</b>	Estrategia de acción ambiental encaminada a mejorar las condiciones de vida de las familias que habitan viviendas insalubres e inseguras.
<b>Autores / Año de creación</b>	OPS/OMS Representación Colombia 1993.
<b>Aplicación</b>	Zonas rurales o urbanas marginales.
<b>Breve descripción de la metodología</b>	La Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS, promueve la estrategia de vivienda y entorno saludable como una estrategia de acción ambiental encaminada a mejorar las condiciones de vida de las familias que habitan viviendas insalubres e inseguras. La estrategia parte del reconocimiento de que todo ser humano requiere de un ambiente digno para crecer física, mental y emocionalmente, siendo la vivienda el espacio vital para su bienestar. Se basa en la metodología "SARAR", siendo una metodología participativa de capacitación de las personas en la identificación de sus propios problemas, así como en la planeación, realización de cambios y el monitoreo de sus avances. SARAR considera

	<p>que la mejor forma de promover el cambio en la comunidad es facilitar los medios para que puedan tomar mayor control de su destino, involucrándose en la identificación y selección de opciones alternativas para su desarrollo. (Hacia una vivienda saludable, Guía para el facilitador. OPS 2010).</p> <p>Para que el proceso metodológico se desarrolle en forma participativa y pueda llegar al mayor número de familias en menor tiempo posible, planteándose un enfoque multiplicador. Para ello el primer paso es la capacitación a los facilitadores, entre los cuales se encuentran el personal técnico de los establecimientos locales de la Red de Salud, funcionarios de los Gobiernos locales, de ONGs, de Iglesias y otros con experiencia en promoción de salud o educación ambiental participativa. Esta metodología se basa en que cada facilitador capacita a 7 o más Agentes Comunitarios de su ámbito de influencia. A su vez, cada Agente Comunitario capacitado deberá realizar visitas educativas a un promedio de 6 o más familias y desarrollar 7 sesiones educativas con cada una de ellas (una sesión por semana). Las temáticas que aborda son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La Vivienda como espacio vital</li><li>- Sorbos de vida - Agua para consumo en la vivienda</li><li>- Las excretas y las aguas sucias andan por ahí</li><li>- Los residuos sólidos en la vivienda</li><li>- Ojo con las plagas</li><li>- Higiene en la vivienda y sus moradores</li><li>- Dinámica familiar y comunitaria</li></ul>
--	--

Fuente: Elaboración propia

### **3.2.2 Selección de la metodología de educación sanitaria a aplicar**

Se resalta que una solicitud que surgió desde la misma población beneficiaria, fue que la tecnología a emplear debía ser igual y que el trato en general hacia la población no debía presentar preferencias hacia algunas personas, en general este debía ser equitativo para todas las personas de la vereda, por lo anterior se opta por emplear una sola metodología de educación sanitaria para ser aplicada de manera uniforme a todo el grupo beneficiario y así evitar discordias entre la población, lo cual podría afectar la intervención. Las metodologías de educación sanitaria descritas anteriormente son factibles de ser aplicadas en la población beneficiaria de la vereda El Motilón, sin embargo teniendo en cuenta la relativa proximidad entre sí de las viviendas y las interacciones cotidianas de las personas beneficiarias, entre otros, son factores que podrían generar sesgos y el rechazo de algunos grupos poblacionales hacia el proceso investigativo por la realización o no de algunas acciones o actividades propias de cada metodología en ciertos grupos, por lo anterior sólo es factible la implementación de una metodología de educación sanitaria..

Al contar con diferentes alternativas de solución o en este caso metodologías de educación sanitaria, y también con diferentes criterios de decisión, tanto cuantitativos como cualitativos, se opta por aplicar la metodología AHP para realizar el proceso de la toma de decisión en la elección de la metodología a aplicar en la vereda El Motilón.

**Paso 1. Definición de alternativas o metodologías a evaluar.** SARAR, PHAST, SANTOLIC y Hacia una vivienda saludable “Que viva mi hogar”, la metodología CHAST al ser orientada exclusivamente a niños no será evaluada de manera individual sino inmersa dentro de la metodología PHAST, ya que es una adaptación de esta hacia la población infantil.

**Paso 2. Definición de criterios de decisión.** Una vez definidas las metodologías de educación sanitaria factibles de aplicar, se establecen los criterios de decisión (Ver cuadro 6), los cuales fueron determinados en el diagnóstico del sistema ambiental de la vereda El Motilón presentados en el ítem 5.1.5 (ver cuadro 4) y mediante el reconocimiento de los requerimientos de aplicación de las metodologías de educación sanitaria.

**Cuadro 6**

**Criterios de decisión**

Criterios	Observaciones
Relevancia del sistema ambiental para la metodología	La presente investigación parte desde las ciencias ambientales dándole al sistema ambiental una gran relevancia, por ello se requiere implementar una metodología que no se enfoque exclusivamente en el saneamiento básico, sino que lo aborde integrado desde el sistema ambiental.
Bajo nivel de escolaridad de la población beneficiaria	Algunas metodologías como SARAR y “Hacia una vivienda saludable – Que viva mi hogar” se fundamentan en formar a formadores de la misma comunidad quienes posteriormente replicaran la información al resto de la población. Para que se obtengan resultados satisfactorios, es necesario que los formadores tengan unos niveles mínimos de conocimientos y además que cuenten con tiempo libre. La población de la vereda El Motilón se caracteriza por sus bajos niveles educativos, especialmente de la población de adultos y adultos mayores, además al ser de vocación agrícola, dedica mucho tiempo a los quehaceres propios del campo teniendo así una baja disponibilidad de tiempo libre, por lo anterior estas metodologías se verían afectadas en el componente fundamental de transmisión de la información al resto de la comunidad.
Flexibilidad temática de la metodología	Por la estructura en que se fundamentan algunas de las metodologías como “Hacia una vivienda saludable – Que viva mi hogar, esta aborda todas las temáticas del saneamiento básico, como lo son: identificación de factores de riesgo y protectores en una vivienda, agua para consumo humano, manejo de excretas y aguas residuales, manejo de residuos sólidos, control de plagas, manejo de animales domésticos, manipulación de alimentos y dinámica familiar entre otros. Las cuales son temáticas muy importantes para abordar la problemática del saneamiento básico de manera integral, sin embargo para la presente investigación no es factible abordar todas estas temáticas puesto que la tecnología a implementar se concentra únicamente en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano. SANTOLIC se especializa en el manejo adecuado de excretas y aguas residuales, concentrando todas sus acciones hacia esta temática. SARAR y PHAST son metodologías muy flexibles, las cuales pueden concentrarse en sólo una, algunas o en todas las temáticas propias del saneamiento básico.
Grado de organización comunitaria	En la vereda El Motilón existe JAC, una junta administradora de acueducto y algunos comités conformados, según lo evidenciado en el diagnóstico ambiental,

Criterios	Observaciones
	<p>se puede determinar que el grado de organización comunitaria es bajo, debido en cierta manera a la baja presencia institucional.</p> <p>Las metodologías de educación sanitaria requieren de un mínimo grado de organización comunitaria, SARAR y PHAST, para lograr desarrollar eficiente ciertas etapas, necesitan de un mayor grado de organización comunitaria.</p>

Fuente: Elaboración propia

### **Paso 3: Establecimiento de la matriz de comparación y verificación de su consistencia.**

Una vez definidas las alternativas y los criterios de decisión, se elaboraron las matrices de evaluación del método AHP. Para ello, se procede inicialmente a elaborar la matriz de comparación por pares para los criterios de decisión considerados, asignando valores según la escala de Saaty. En su elaboración se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se compara por pares los criterios de decisión, evaluando la importancia de un criterio en comparación con el otro, por ende los valores de la diagonal son “1”, en la hoja de cálculo únicamente se introducen valores en las casillas en blanco de la matriz (ver siguiente figura).
- Se debe mantener el principio del axioma de la comparación recíproca, es decir si el criterio A es “5”, fuertemente más importante que B, entonces éste tendrá el valor inverso respecto a, es decir, 1/5.
- Se identifican los pesos normalizados de cada criterio, calculando el vector propio de la matriz.
- Se calcula y evalúa el índice de consistencia, el cual permite detectar incoherencias en el modelo, para el caso de una matriz 4x4 este debe ser  $<9$ .

- Posteriormente se elaboran las cuatro matrices de comparación por pares de las alternativas con respecto de cada uno de los criterios considerados y se procede a identificar los pesos normalizados, calculando el vector propio de la matriz y su índice de consistencia.

Para el desarrollo de los cálculos algebraicos de cada matriz, se realizó la programación de una hoja de cálculo, la cual se presenta de manera digital en el Apéndice E. En la siguiente figura, se presentan las matrices elaboradas en la hoja de cálculo, en cada una de estas se puede apreciar el vector propio y su índice de consistencia.



**MATRIZ 4 X 4 (Bajo nivel de escolaridad)**

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	1/3	1/3	1	0,1222
B	3	1	2	3	0,4435
C	3	1/2	1	3	0,3121
D	1	1/3	1/3	1	0,1222
CR	2,27%	< 9%			1,0000

*METODOLOGIA*

A	SARAR
B	PHAST
C	SANTOLIC
D	HACIA UNA VIVIENDA SALUDABLE

**MATRIZ 4 X 4 (Flexibilidad temática)**

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	1	5	5	0,4146
B	1	1	5	5	0,4146
C	1/5	1/5	1	2	0,1003
D	1/5	1/5	1/2	1	0,0706
CR	2,31%	< 9%			1,0000

*METODOLOGIA*

A	SARAR
B	PHAST
C	SANTOLIC
D	HACIA UNA VIVIENDA SALUDABLE

**MATRIZ 4 X 4 (Grado de organización comunitaria)**

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	3	1/2	1	0,2349
B	1/3	1	1/3	1/3	0,0966
C	2	3	1	3	0,4520
D	1	3	1/3	1	0,2166
CR	4,42%	< 9%			1,0000

*METODOLOGIA*

A	SARAR
B	PHAST
C	SANTOLIC
D	HACIA UNA VIVIENDA SALUDABLE

**Figura 9. Cálculos algebraicos aplicación de la metodología AHP.** La totalidad de las matrices presentan un índice de consistencia adecuado, de cada matriz se puede apreciar los vectores propios resultantes. En el Apéndice E, se presentan la hoja de cálculo para obtener estas matrices. Fuente: Elaboración propia.

La primera matriz permite comparar entre sí cada uno de los criterios, los valores de su vector propio permiten diferenciar el peso obtenido de cada criterio, resultando el de mayor valor la flexibilidad temática de la metodología, seguido por la relevancia del sistema ambiental, grado de organización comunitaria y finalmente por el bajo nivel de escolaridad de la población

beneficiaria. Las siguientes cuatro matrices para cada criterio de decisión comparan entre sí las metodologías seleccionadas.

**Determinación de los pesos globales y selección de la mejor alternativa o metodología de educación sanitaria.** La determinación de los pesos globales para cada alternativa se obtiene multiplicando los pesos obtenidos (vector propio) para cada criterio de decisión, por los pesos (vector propio) que en cada alternativa obtuvieron los cuatro criterios de decisión. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la evaluación de cada alternativa y en el Apéndice E, se pueden apreciar con mayor detalle los cálculos realizados.

**Tabla 8**  
*Determinación de pesos globales y selección de la metodología más idónea*

<i>Metodología</i>	<i>Relevancia del sistema ambiental</i>	<i>Bajo nivel de escolaridad de la población beneficiaria</i>	<i>Flexibilidad temática de la metodología</i>	<i>Grado de organización comunitaria</i>	<i>Evaluación</i>
	<b>VECTOR PROPIO</b>	<b>VECTOR PROPIO</b>	<b>VECTOR PROPIO</b>	<b>VECTOR PROPIO</b>	
<b>SARAR</b>	0,1684	0,1222	0,4146	0,2349	<b>0,3054</b>
<b>PHAST</b>	0,5700	0,4435	0,4146	0,0966	<b>0,4312</b>
<b>SANTOLIC</b>	0,0746	0,3121	0,1003	0,4520	<b>0,1427</b>
<b>Hacia una vivienda saludable</b>	0,1869	0,1222	0,0706	0,2166	<b>0,1206</b>

Fuente: Elaboración propia.

Así se culmina el objetivo del método AHP, el cual permite elegir la alternativa o metodología de educación sanitaria más idónea, que sería la de puntuación más alta, en este caso la metodología PHAST, la cual obtuvo una ponderación de 0,4312.

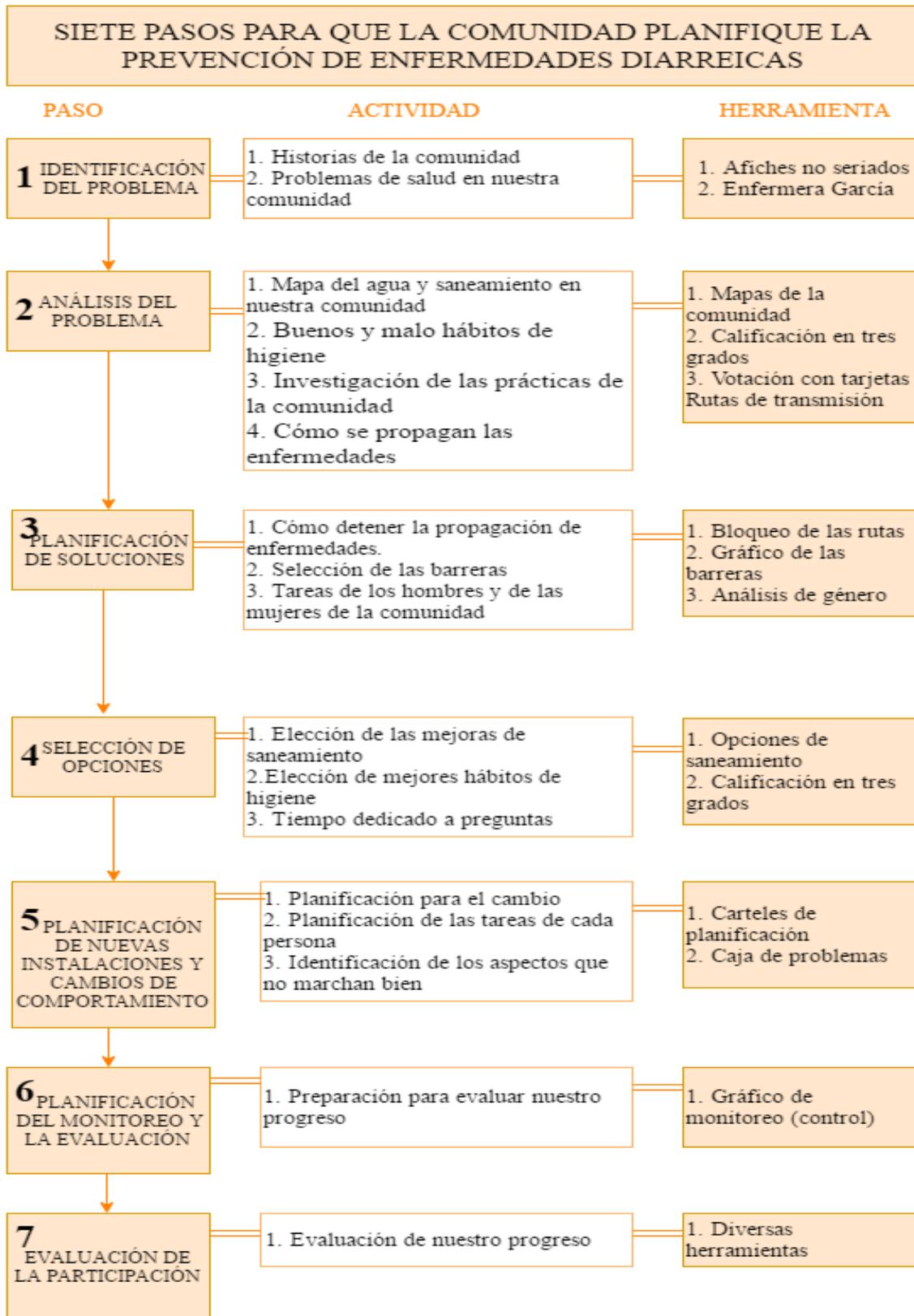
### **3.3 Aplicación y evaluación de la metodología PHAST para la apropiación social de la tecnología de filtro de doble vela cerámica en el sector centro de la Vereda el Motilón, corregimiento del Encano, municipio de Pasto.**

#### **3.3.1 Aplicación y evaluación de la metodología o estrategia de apropiación social en la vereda Motilón.**

Para generar la apropiación social de la tecnología seleccionada en el contexto de la vereda El Motilón, se implementó la metodología PHAST, la cual integra la identificación de aspectos ambientales, sociales, institucionales, históricos e instrumentos de participación y comunicación.

Cada uno de estos pasos cuenta con una serie de actividades, las cuales se realizan a través de un conjunto de herramientas educativas o de capacitación participativa no formal para adultos, estas se resumen en la siguiente figura.

Cabe resaltar que la metodología PHAST no es una camisa de fuerza y por ende brinda una flexibilidad en la ejecución de las actividades y en la escogencia de las herramientas a emplear, las cuales deben adaptarse al contexto socioambiental en el cual se aplica la metodología. Por lo anterior, a continuación se presenta el método PHAST adaptado a las condiciones de la Vereda Motilón Sector Centro; la principal modificación consistió en la integración de los pasos 3° (planificación de soluciones) y 4° (selección de opciones) (Ver figuras 10 y 11), ya que se había predefinido trabajar con la tecnología no convencional de tratamiento del agua filtro de doble vela cerámica, además se integraron actividades propias de la metodología CHAST, debido a que se consideró necesario integrar y trabajar con población infantil.



**Figura 70. Estructura general Método PHAST**  
Fuente: Sawyer, Wood, & Simpson (1999).



**Figura 81. Estructura del método PHAST, modificada al contexto**

Fuente: Adaptado de Sawyer, Wood, & Simpson (1999).

El proceso para la aplicación y evaluación de la metodología o estrategia de apropiación social en la vereda Motilón (Método PHAST) puede sintetizarse en cuatro fases:

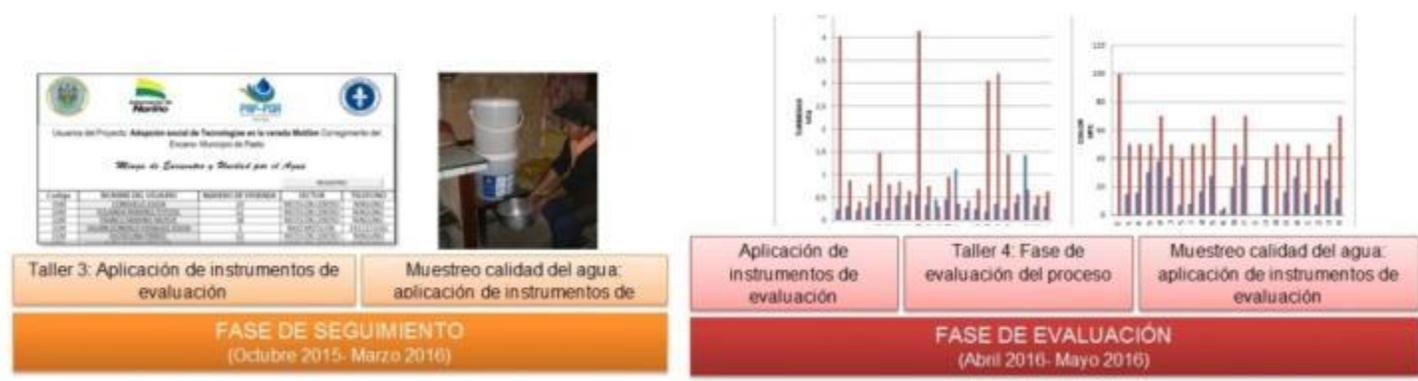
**Diagnostico.** Esta fase, Integra el análisis y validación de información secundaria con instrumentos participativos para identificar y concertar las necesidades de la población, determinar sus condiciones socioeconómicas, sanitarias y definir el modelo de gobernanza ambiental instaurado en la comunidad como esquema organizacional para la gestión del recurso hídrico con fines de abastecimiento humano. Esta fase tuvo una duración de 11 meses.

**Implementación.** Esta fase se realizó a través de los talleres: implementación de filtros y fomento a la participación y construcción de capacidades. Esta fase tuvo una duración de un mes.

**Seguimiento.** Esta fase se realizó a través de la aplicación del instrumento de monitoreo y seguimiento y la toma de muestras de calidad de agua filtrada. Esta fase tuvo una duración de 6 meses.

**Evaluación.** Esta fase se realizó a través el análisis de los resultados del proceso de adopción social de tecnologías y la eficiencia del dispositivo de filtración. Esta fase tuvo una duración de 2 meses.

El resumen del proceso implementado en la vereda El Motilón se evidencia en la siguiente figura, denominada “Línea de tiempo”.



**Figura 92. Línea de tiempo.**  
Fuente: Elaboración propia

A continuación se describe la aplicación de la metodología PHAST modificada al contexto, llevando a cabo los siguientes pasos:

**Paso 1. Identificación del problema.** Para la ejecución de este paso, se contó con la colaboración de profesionales del Plan Departamental de Agua PAP-PDA Nariño, del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Mariana, pasantes del programa de Ingeniería Agroforestal de la Universidad de Nariño y personal de apoyo para la realización de actividades logísticas y lúdicas, en los cuadros 7 y 8 y se presentan las actividades realizadas tanto de preparación como de acercamiento con la comunidad.

*Cuadro 7*

*Actividad de preparación*

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleadas
En esta actividad se definieron los recursos, estrategias y mecanismos para dar inicio al proceso de adopción social de tecnologías.	Conformación del equipo interdisciplinario	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ecólogos</li> <li>-Ingenieros ambientales</li> <li>- Ingenieros sanitarios</li> <li>- Profesional del área social</li> <li>- Tecnólogos en agua y saneamiento</li> <li>- Dinamizador social</li> </ul>
Se resalta que en este paso, es importante la identificación de los actores institucionales y comunitarios que participaran en las siguientes fases.	Identificación de aspectos relevantes antes de iniciar el proceso	Mecanismos efectivos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicación</li> <li>- Participación social</li> <li>- Retroalimentación</li> <li>- Seguimiento</li> <li>- Medidas correctivas a mediano y a largo plazo</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### Cuadro 8

#### Actividad de acercamiento con la comunidad y el territorio

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleadas
Identificación del contexto, resaltando los aspectos relevantes de los sistemas natural, social e institucional que incidan en el proceso de adopción social de tecnologías.	Contactar a los líderes comunitarios y colaboradores del proceso.	-Ingenieros sanitarios -Profesional del área social -Líderes comunitarios -Directorio de líderes comunitarios. -Actas de concertación
	Recopilación de información secundaria y primaria, para la descripción integral del contexto.	-Entrevistas -Encuestas -Talleres -Diagrama histórico -Mapa parlante, para los componentes natural y social para la comunidad de El Motilón.

Fuente: Elaboración propia

Esta fase se desarrolló dentro de las actividades del objetivo número uno, en la socialización del proyecto a la comunidad y en la inclusión de líderes y habitantes en los procesos de identificación de necesidades, estructuración y ejecución del diagnóstico integral a nivel natural, social, institucional y tecnológico. Esta actividad fue indispensable para la definición de criterios de selección de las alternativas para mejorar la calidad del agua, rescatar la percepción de la comunidad sobre el territorio y generar el compromiso de los beneficiarios de los sistemas de filtración en las fases del proceso de adopción social de tecnologías.

Teniendo en cuenta la percepción de la comunidad obtenida a través de los instrumentos de acercamiento, reconocimiento del territorio y la información técnica recopilada en el diagnóstico integral de este documento, se puede definir que existe una preocupación generalizada por los habitantes de la vereda el Motilón Centro con respecto al déficit de la calidad del agua para consumo humano, la cual no cuenta con un tratamiento adecuado, además de presentarse varias deficiencias en el sistema de abastecimiento de agua.

**Paso 2. Análisis del problema.** Esta fase se desarrolló en la ejecución de las actividades del objetivo número uno, a través de la sistematización de la información obtenida al aplicar el censo sanitario. En general, se puede afirmar que los habitantes de la vereda El Motilón, presentan una alta vulnerabilidad ante los riesgos de salud que implica el consumo de agua de mala calidad, al igual que sus hábitos de higiene, limpieza y las condiciones locativas de las viviendas. En el siguiente cuadro, se presentan las acciones realizadas para diagnosticar las condiciones sanitarias de la población.

**Cuadro 9**

**Actividad de desarrollo del diagnóstico de las condiciones sanitarias de la población**

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleados
Identificación de las condiciones domiciliarias de abastecimiento, uso y tratamiento del agua al interior de la vivienda. Además de las condiciones de saneamiento básico y su relación con las características locativas y sociales en la vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización social y familiar</li> <li>- Condiciones generales de la vivienda.</li> <li>- Acceso y usos del agua</li> <li>- Condiciones de Saneamiento básico.</li> <li>- Identificación de conflictos asociados con el uso y manejo del agua en la vivienda.</li> <li>-Reconocimiento del perfil epidemiológico de la comunidad relacionado con el uso y manejo del agua en la vivienda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ingenieros sanitarios</li> <li>-Personal de apoyo</li> <li>-Censo sanitario</li> <li>-Encuestas, entrevistas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

El análisis del modelo comunitario para la gestión del agua para consumo humano se realizó en el componente social del diagnóstico (Ver cuadro 10), mediante el análisis de la arquitectura del modelo de gobernanza existente en la vereda, llegando a la conclusión que la comunidad no cuenta con un modelo de organización que viabilice los procesos de gestión, al no garantizar una mejora en el acceso de agua para consumo humano en aspectos de calidad, cantidad y continuidad, presentando carencia participativa, administrativa, operativa y de apoyo, evidenciados en los conflictos identificados en la fase de diagnóstico. No obstante es preciso aclarar que existen discrepancias que van ligadas a los conflictos ocasionados por las diferencias

poblacionales, ideales, culturales, políticas e intereses individuales, que fragmentan la participación comunitaria.

**Cuadro 10**

**Actividad de análisis del modelo comunitario para la gestión del agua para consumo humano**

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleados
Describir la estructura organizacional existente en el área de influencia del proceso de apropiación social de tecnologías, con el fin de definir las necesidades de fortalecimiento organizacional.	Visión estratégica de la comunidad -Redes de apoyo a nivel de los procesos de gestión interna y externa. -Estructura operativa disponible para la adopción social de las tecnologías. -Relación entre la organización y los mecanismos de participación comunitaria. -Estrategia de sostenibilidad existente.	-Ingenieros sanitarios -Profesional del área social -Talleres -Entrevistas -Carteles de planificación.

Fuente: Elaboración propia

**Paso 3. Planificación de soluciones y selección de opciones** Esta fase se realizó a través de un taller (Ver cuadro 11), el cual contó con la participación de 55 personas, cuyo objetivo fue dotar a la comunidad con la tecnología no convencional, formación de capacidades y apropiación de conocimientos básicos para la operación y mantenimiento de los filtros de doble vela cerámica.

**Cuadro 11**

**Actividad de descripción de la tecnología a implementar en la comunidad**

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleadas
Descripción integral de la tecnología a implementar, resaltando el conocimiento incorporado y el conocimiento que se busca incorporar a través del proceso de adopción de tecnologías.	Capacidad y eficiencia de la tecnología. -Procesos y operaciones funcionales de la tecnología. -Estructuras y componentes que conforman la tecnología. -Materiales y accesorios que permiten el funcionamiento de la tecnología. -Requerimientos de operación y mantenimiento. -Requerimientos de insumos para el funcionamiento. -Institucionalización de la tecnología. -Ventajas y desventajas.	-Ingenieros sanitarios -Profesional del área social -Dinamizador social (recreacionista) -Personal de apoyo -Talleres -Sociodramas -Capacitaciones comunitarias -Capacitaciones individuales. -Vinculación comunitaria para transferencia de conocimiento.

Fuente: Elaboración propia

**Paso 4. Planificación de nuevas instalaciones y cambios de comportamiento.** En esta fase se llevó a cabo un taller “Planificación de nuevas instalaciones y nuevo comportamiento” que contó con la participación de 62 personas y se realizó con el objetivo de profundizar en la formación de bases conceptuales sobre la importancia del consumo de agua potable, el armado, operación y mantenimiento del filtro y la planificación para el cambio y asignación de responsabilidades y tareas. Lo fundamental de este paso es buscar y generar espacios de participación comunitaria para coadyuvar a la construcción de capacidades (Ver siguiente cuadro).

*Cuadro 12*

*Actividad de fomento a la participación comunitaria y construcción de capacidades*

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleados
Fomentar la participación de la comunidad a partir de la apropiación del conocimiento como herramienta para la transformación de los aspectos que generan conflicto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Constitución del grupo de trabajo</li> <li>-Línea base de conocimientos comunitarios</li> <li>-Estrategia para transformar la situación actual.</li> <li>-Definición de deberes y compromisos de la comunidad.</li> <li>-Asignación de responsabilidades y tareas comunitarias e individuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ingenieros sanitarios</li> <li>-Profesional del área social</li> <li>-Dinamizador social (recreacionista)</li> <li>-Personal de apoyo</li> <li>-Talleres de reflexión sobre hábitos y prácticas en el manejo de agua</li> <li>-Talleres de capacitación técnica</li> <li>-Talleres de seguimiento</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Con la ejecución del taller, se logró romper las barreras y vencer la timidez dentro de la comunidad, puesto que se promovió y mejoró la comunicación entre las diferentes personas y el equipo de trabajo.

Durante el desarrollo del taller, se consideró la participación comunitaria como el eje central del proyecto, generando en la comunidad la suficiente formación y capacitación que garantice el funcionamiento y sostenibilidad del filtro, garantizando que la implementación de la

tecnología cumpla su fin y se use con criterios de sostenibilidad, en el siguiente cuadro se presenta una descripción y los resultados del taller de planificación.

**Cuadro 13**

**Resultados taller planificación de nuevas instalaciones y cambios de comportamiento**

ACTIVIDADES	
<b>1.</b>	<b>PRESENTACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO</b>
<p><b>Descripción:</b> La participación comunitaria se debe dar en el analizar, el hacer y el decidir, por lo tanto, las actividades deben incluir acciones de información, educación, consulta, fortalecimiento de la iniciativa, concertación, toma de decisiones y gestión en todas las fases del proyecto; es necesario superar las concepciones tradicionales de desarrollo, donde las comunidades participan como mano de obra para disminuir costos (Sawyer et al., 1999).</p> <p>Conforme a lo anterior, con el ánimo de generar un espacio de interacción entre el equipo de trabajo y los participantes del taller, se realizó una dinámica de inicio, (canción), motivando a los mismos a levantarse de sus lugares, aplaudir y cantar, seguido de esto se presentó uno a uno los integrantes del equipo de trabajo.</p> <p><b>Recursos empleados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala múltiple de la Escuela el Motilón</li> <li>- Equipo amplificador</li> <li>- Apoyo de un dinamizador social con el fin de implementar las actividades lúdico- pedagógicas.</li> </ul> <p><b>Resultados esperados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asumir un clima de confianza entre los <i>participantes</i> y entre los <i>participantes</i> y el equipo de trabajo.</li> <li>- Que los participantes identifiquen plenamente el equipo de trabajo, se familiaricen, entren en confianza, y participen activamente del taller.</li> </ul> <p><b>Tiempo:</b> 10 minutos</p>	
<b>2.</b>	<b>SENSIBILIZACIÓN A LOS PARTICIPANTES.</b>
<p><b>Descripción:</b> La conciencia sobre la salud surge cuando las personas pueden describir cómo se transmiten las enfermedades en su ambiente y a través de sus propios comportamientos. (Sawyer, Wood, &amp; Simpson-Hébert, 1999) .</p> <p>Para sensibilizar a los participantes del taller, se repartió a cada uno de ellos un vaso desechable, y a través de una dinámica se pidió a cada persona simular la reacción al tomar agua sin filtrar, así mismo se pidió simular tomar agua filtrada y simular la reacción después de tomarla.</p>	

**Recursos empleados:**

- Vasos desechables
- Dinamizador social

**Resultados esperados:**

- Sensibilizar a los participantes acerca de la importancia y lo saludable de tomar agua filtrada, además de las consecuencias (enfermedades) de tomar agua no tratada.
- El grupo habrá comprendido cómo algunas de sus prácticas comunes y diarias pueden causar enfermedades, y estarán listos para decidir qué se puede hacer para mejorar estas prácticas y prevenir la enfermedad.

**Tiempo:** 30 minutos**3.****PLANIFICACIÓN PARA EL CAMBIO.**

**Descripción:** Se solicitó a los participantes armar seis grupos a los cuales se repartió un juego de fichas (imágenes de “ahora” y del “futuro”) y los carteles de planificación.

Se dio un tiempo de 15 minutos para su reconocimiento y a continuación se pidió ordenar las fichas en secuencia lógica y pegarlas en las carteleras ubicadas alrededor de todo el salón.

El primer grupo en terminar la secuencia de manera correcta fue premiado con un aplauso, a los grupos que no armaron correctamente la secuencia se indicó la secuencia correcta promoviendo una discusión general para llegar a un acuerdo sobre un plan común.

Al finalizar la discusión, se realizó un socio-drama en el cual se repartieron roles a cada persona, teniendo en cuenta las imágenes consignadas en cada ficha, a través del sociodrama, se logró visualizar elementos para el análisis del tema, apoyándose en hechos y sucesos de la vida real, siendo de mucha utilidad para explorar, desarrollar y favorecer la comprensión entre los grupos, y contribuir a encontrar soluciones a problemas y favorecer la toma de decisiones.

**Recursos empleados:**

- Seis juegos de fichas didácticas de planificación del “ahora” y el “futuro”
- Carteleras
- Cinta adhesiva.

**Resultados esperados:**

- Permitir a los participantes elaborar un plan para implementar cambios en el saneamiento, como en el comportamiento frente a su entorno.
- Ayuda al grupo a planificar los pasos necesarios para ejecutar las soluciones que han decidido.

**Tiempo:** 40 minutos

4.

## PLANIFICACIÓN DE TAREAS.

**Descripción:** Una vez realizado el socio-drama, e identificadas las acciones del después, es necesario ayudar a identificar quién asumirá la responsabilidad de llevar a cabo los pasos del plan, para esto se habló de la responsabilidad de la familia frente al cuidado y mantenimiento del filtro, y se pidió a la comunidad de manera voluntaria conformar un comité el cual se encargaría de realizar el seguimiento del buen funcionamiento del filtro, su manejo y cuidado.

**Recursos empleados:** fichas didácticas de planificación acordadas en la actividad anterior, cartelera para anotar los nombres, marcadores.

### Resultados esperados:

- Comité establecido
- Asignar responsabilidades para cada acción de modo que éstas se realicen apropiada y oportunamente.
- Fortalecer la apropiación del filtro, a través del seguimiento y cuidado.

**Tiempo:** 30 minutos

Anexo A: lista de integrantes del comité establecido. Formato.

A1. Actas de compromiso



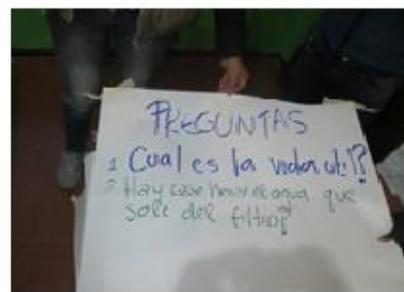
5.

## IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS QUE NO MARCHAN BIEN.

**Descripción:** Con el fin de abrir espacios de reflexión e intercambios que permitan evaluar y retroalimentar aspectos de aprendizaje, se realizó una dinámica participativa en la que nuevamente se armaron los filtros con la comunidad, se pidió a los asistentes identificar aspectos tanto en su operación como de mantenimiento que no marchan bien, además de dudas y preguntas.

Todas las inquietudes fueron anotadas en la cartelera donde fueron resueltas por el equipo de trabajo. Entre las dudas, preguntas e inquietudes que comentó la comunidad, se encuentran aspectos relacionados con:

- Empaques: se presentan fugas de agua, los filtros no tienen todos los empaques, lugar donde se podría adquirir los empaques en caso de desgaste.
- Presión alta: se presenta rebose del filtro debido a la presión del agua sobre el recipiente superior.
- Lavado: la comunidad pregunta acerca del agua con la que se debería hacer el lavado del filtro, si con agua antes filtrada, con agua hervida, o agua sin tratar.
- Daño de la vela: se presenta daño de las velas, debido que realizó el lavado del filtro con agua hirviendo.
- Tapas: se presentan problemas con la tapa, señalan que no sella debidamente el recipiente.



**Recursos empleados:** carteleras, marcadores, filtros.

**Resultados esperados:**

- Permitir que los participantes hagan preguntas acerca del proceso,
- Obtener información y reacciones de los otros participantes.
- Permitir a la comunidad prever los problemas potenciales y planificar la manera de superarlos.
- Reforzar la operación y mantenimiento de los filtros.
- Ayuda al grupo a realizar prácticas de higiene y lavado de manera eficiente, así como a determinar cuáles son beneficiosas o perjudiciales para la salud.

**Tiempo:** 1 hora



**6.**

**Cierre del taller.**

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo del taller permitió retroalimentar al grupo beneficiario acerca de la operación y mantenimiento del filtro, logrando de esta manera que la comunidad aprenda de sus errores y genere apropiación de la tecnología.

La dinámica “del ahora y del futuro”, permitió sensibilizar a la comunidad acerca de la importancia del uso del filtro, enfatizando en el reconocimiento de los factores de riesgo de la salud asociados al consumo de agua de mala calidad a los que están expuestos, de esta manera se buscó generar un cambio de comportamiento enfocado en la importancia de consumir agua apta para el consumo humano. Esta actividad es de vital importancia para el logro de la búsqueda de la apropiación social de la tecnología no convencional.

Además de obtener información acerca de cómo marchan las cosas, el taller proporcionó el espacio para trabajar con la comunidad acerca de la importancia del trabajo en equipo, la responsabilidad de cada integrante de la familia para el buen funcionamiento del filtro, y como ellos mismos pueden manejar sus servicios de agua y saneamiento.

El taller permitió que la comunidad obtenga conocimientos, capacidad y sentido de responsabilidad, por lo tanto, cuando los utilice contribuirá considerablemente a mejorar la salud.

En esta fase, otro momento importante consistió en la formación de los niños, aplicando las actividades propuestas por la metodología CHAST, los menores son unos actores activos e importantes para la apropiación social de la tecnología. Al estar en un proceso de formación como seres, son muy receptivos y su capacitación permitirá la adopción de hábitos saludables, no sólo para el presente sino para toda su vida, por ende trabajar con los niños en el logro de la búsqueda de la apropiación social de la tecnología no convencional es de vital importancia, a la vez que enriquecedor, puesto que sus opiniones y su percepción en el uso del filtro en su vivienda, permitió enriquecer el proceso de seguimiento y monitoreo. En el siguiente cuadro se presenta una descripción de las actividades realizadas y de los resultados del taller de formación de niños.

**Cuadro 14**

**Resultados taller formación de los niños**

1.	CHARLA DE ENTRADA
<p><b>Descripción:</b> para dar inicio al taller se realizó un charla introductoria recordando a los niños acerca de la tecnología de tratamiento de agua con la que ellos cuentan en sus casas (Filtro Doble vela). Se habló de las características del filtro, su funcionamiento, limpieza, armado correcto, beneficios de tomar agua filtrada y consecuencias de tomar agua son filtrar, además de retroalimentar en su operación.</p> <p><b>Recursos empleados:</b> Sala múltiple IEM El Encano – Sede El Motilón. Filtro doble vela.</p> <p><b>Resultados Esperados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Permitir a los niños hacer parte del proceso como actores activos de la adopción social de la tecnología.</li> <li>– Fortalecer la apropiación del filtro en los niños.</li> </ul> <p><b>Tiempo:</b> 30 min</p>	

**2. SENSIBILIZACIÓN A TRAVÉS DE DINÁMICAS**

**Descripción:** con el fin de sensibilizar a los niños acerca de la importancia de cuidar y mantener limpio el dispositivo, se realizó con ayuda de un recreacionista una dinámica que consistió en que los niños tenía conocimiento acerca del armado correcto, el concursante que lo hizo de forma correcta se premió con un regalo. Así mismo se realizó dinámicas sensibilizando acerca de las enfermedades que se dan al consumir agua no filtrada para lo cual el concursante que dijera tres enfermedades fue premiado con regalo.

**Recursos Empleados:** Dinamizador social, regalos para niños y niñas.

**Resultados Esperados:**

- Sensibilizar a los niños acerca de la importancia y lo saludable de tomar agua filtrada, además de las consecuencias (enfermedades) de tomar agua no tratada.
- Explicar a los niños de cómo algunas de sus prácticas comunes y diarias pueden causar enfermedades, y estarán listos para decidir qué se puede hacer para mejorar estas prácticas y prevenir la enfermedad.

**Tiempo:** 1 hora



**3. ENTREGA DE KIT ESCOLAR Y LIBRETA PARA SEGUIMIENTO DEL FILTRO.**

**Descripción:** con el fin de fortalecer la apropiación de la tecnología en los niños, se realizó la entrega de un kit escolar para cada niño, el kit consistió en un cuaderno catedrático, caja de colores, lapiceros azul negro y rojo, lápiz, borrador, sacapuntas y una libreta en la cual se explicó que debería ser destina para llevar las fechas y hacer seguimiento del lavado de su filtro.

**Recursos Empleados:** 57 kits escolar, refrigerios.

**Resultados Esperados:**

- Que los niños ya no simplemente sean parte de la meta o el objetivo del desarrollo, sino también un sujeto activo en el proceso.
- Generar en los niños, la suficiente formación y capacitación que garantice el funcionamiento y sostenibilidad del filtro, puesto que ellos junto con sus padres deben asumir la inmensa responsabilidad de operarlos.

**Tiempo:** 30 min



#### 4. CIERRE DEL TALLER

Fuente: Elaboración propia

**Paso 5. Planificación del monitoreo y la evaluación.** Esta fase se realizó a través de un taller “Planificación del monitoreo y la evaluación” que contó con la participación de 57 personas y se realizó con el objetivo de concertar con la comunidad los objetivos, actividades, frecuencias y responsabilidades para el seguimiento a la implementación de la tecnología (Ver siguiente cuadro).

#### *Cuadro 15*

##### *Actividad de seguimiento de la apropiación tecnológica*

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleados
Diseñar un mecanismo de monitoreo para el seguimiento al proceso de adopción social de la tecnología.	-Definir el objetivo del programa de monitorio -Los indicadores que se van a medir. -Frecuencia de medición. -Síntesis de la información en un sistema integral de seguimiento.	-Ingenieros sanitarios -Profesional del área social -Dinamizador social (recreacionista) -Personal de apoyo -Matriz participativa de monitoreo. -Instrumento de seguimiento. -Lista de chequeo. -Bases de datos.

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se presenta una descripción de las actividades realizadas y de los resultados obtenidos del taller.

Cuadro 16

Resultados taller Planificación del monitoreo y la evaluación

ACTIVIDADES																
1	PREPARACIÓN PARA EVALUAR NUESTRO PROGRESO															
<p><b>Descripción.</b> En esta actividad, se presentó a la comunidad previamente el grafico de monitoreo, el grupo completa un gráfico (Ver gráfico1) para monitorear (evaluar) su progreso en el logro de las metas, se identifican los medios para medir el progreso, la frecuencia de la evaluación y quién debe hacerlo.</p> <p><b>Objetivos a evaluar (monitoreo):</b> Con el fin de hacer el correcto seguimiento, y evaluar aspectos que garanticen el buen funcionamiento del filtro, se pidió a la comunidad ayudar a completar el grafico y ponerse de acuerdo de quien, y sobre cómo se debe continuar este proceso de evaluación en el futuro, los objetivos que se propuso por parte de la comunidad son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejorar los niveles de conocimientos generales sobre el manejo del agua para consumo humano en el hogar.</li> <li>2. Aplicar procedimientos de operación y mantenimiento adecuadas el manejo del filtro.</li> <li>3. Mejorar la calidad del agua para consumo humano en la vivienda.</li> </ol> <p>Una vez establecidos los objetivos, se pidió a la comunidad proponer el número y la cantidad de veces que se llevaría a cabo el monitoreo y la evaluación, como resultado se obtuvo que se haría dos veces para cada uno de ellos, se mediría a través de encuestas, armado y desarmado, observación directa, visitas y pruebas de laboratorio. Así mismo, la comunidad estableció los responsables y quien debería estar a cargo de velar por el cumplimiento de estos objetivos, de lo cual se obtuvo que los responsables son: el comité de filtros y el equipo técnico del PDA.</p> <p><b>Recursos empleados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gráfico de monitoreo (Control).</li> <li>- Cartulina, marcadores.</li> </ul> <p><b>Resultados esperados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decidir la frecuencia de la evaluación y quién debe hacerla</li> <li>- Fijar con la comunidad entera una fecha para la evaluación.</li> </ul> <p><b>Tiempo:</b> Dos horas</p>	<p style="text-align: center;"><b>Gráfico de monitoreo (control)</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Objetivo</th> <th>Numer o canti- dad</th> <th>Como medir</th> <th>Frec.</th> <th>Resp</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>	Objetivo	Numer o canti- dad	Como medir	Frec.	Resp										
Objetivo	Numer o canti- dad	Como medir	Frec.	Resp												
<b>ENTREGA DE PLACA Y SEGUIMIENTO DE ASPECTOS QUE NO MARCHAN BIEN.</b>																

**Descripción:** Generar capacidad de gestión en las comunidades, implica asumir los proyectos relacionados con la problemática del agua, desde ópticas más amplias, que consideren aspectos como: Promover estrategias de trabajo que permitan la participación de todos los usuarios en las decisiones y actividades, y no solamente los líderes, trabajar con el convencimiento de que el proyecto es de la comunidad y no de quien construye, y que será ella la responsable de su sostenimiento.

De ahí que, a fin de profundizar en los anteriores aspectos y en la apropiación de la tecnología implementada, además de identificar las viviendas que cuentan con el dispositivo, se realizó el diseño de una placa que iría ubicada a la entrada de cada una de las viviendas, la placa lleva como consigna “En este hogar purificamos el agua para proteger nuestra salud”, enmarcada en la Minga de encuentro y unidad por el agua.

La metodología consistió en formar grupos de personas que vivieran en lugares más cercanos las cuales junto con un integrante del equipo técnico se desplazarían instalando casa a casa la placa con su debida numeración, al igual que se llevaría a cabo la revisión de los aspectos que no marchan en la operación y manejo del filtro.

Los aspectos que se tuvieron en cuenta son :

- Ubicación adecuada del filtro
- Lavado
- Llenado
- Implementos de aseo del filtro

**Recursos empleados:**

- 80 placas debidamente numeradas
- Matriz de aspectos que no marchan bien
- Matriz de seguimiento y evaluación

**Resultados esperados:**

- Lograr la integralidad del proyecto, dando igual importancia a los aspectos técnicos y a los sociales.
- Realizar eficientemente y de forma ordenada el seguimiento de las viviendas donde se encuentra instalado el filtro.
- Identificar las viviendas, y llevar control de las mismas.
- Generar sentido de apropiación por parte de los usuarios.

**Tiempo:** 2 horas



**INCENTIVOS A INTEGRANTES DEL COMITÉ DE SEGUIMIENTO DEL FILTRO**

**Descripción:** Si bien es cierto que la participación comunitaria ha venido aumentando en los procesos de agua potable y saneamiento básico, aún falta por generar en las comunidades la suficiente capacidad de gestión, que garantice el funcionamiento y sostenibilidad de los sistemas, más aún cuando son ellas mismas quienes deben asumir la inmensa responsabilidad de administrarlos.

Por lo anterior, con el fin de incentivar a las personas que voluntariamente se postularon para organizar el comité de seguimiento del filtro, se hizo la entrega de un bono de alimentación y transporte a la ciudad de Pasto con el objetivo que los integrantes del comité tengan la posibilidad de asistir al encuentro zonal de veedurías ciudadanas, encuentro a llevarse a cabo el día 4 de noviembre en las instalaciones de la Universidad Mariana.

**Recursos empleados:**

- Bono de alimentación y transporte (Motilón-Pasto, Pasto – Motilón).

**Resultados esperados:**

Con la capacitación de veedurías ciudadanas, se permitió a los integrantes del comité de seguimiento del filtro, fortalecer sus procesos de vigilancia sobre la gestión pública, respecto a las autoridades, administrativas, políticas, judiciales, electorales, legislativas y órganos de control, así como de las entidades públicas o privadas, organizaciones no gubernamentales de carácter nacional o internacional que operen en el país, encargadas de la ejecución de un programa, proyecto, contrato o de la prestación de un servicio público.



**ENTREGA DE FILTROS Y ACTAS DE COMPROMISO PENDIENTES**

**Descripción:** Debido a que el proyecto se ha ganado la aceptación de la comunidad, pobladores aledaños al área donde se lleva a cabo el proyecto, han asistido a los talleres y han manifestado su interés y necesidad por contar con este dispositivo, debido a esto se hizo la entrega de cinco filtros más aunque aquellas personas no figuren como usuarios del acueducto centro.

**Tiempo:** 10 minutos



Fuente: Elaboración propia

El proceso de participación comunitaria durante el desarrollo del proyecto, debe ser continuo, voluntario, sostenido y fuerte, que abarque la toma de decisiones comunes en todas las fases del ciclo del proyecto y se transforme en un modelo para el fortalecimiento de la comunidad.

La participación comunitaria en la fase de planificación del monitoreo y la evaluación, va más allá de simplemente informar acerca de los planes de seguimiento, llevar a cabo una verdadera planificación, significa que la comunidad y el equipo técnico, den crédito y celebran un diálogo donde las prioridades y las ideas de ambas partes ayuden a configurar y sostener el proyecto.

Durante la visita a las viviendas, se logró identificar que muchos usuarios hacen el respectivo mantenimiento al filtro, situación que se evidencio al encontrar velas en perfectas condiciones.

Así mismo se evidenció que los usuarios usan recipiente de pre-tratamiento, aspecto que demuestra que los usuarios han atendido las observaciones y recomendaciones que se dan durante las capacitaciones o talleres.

- **Mecanismo de monitoreo para el seguimiento al proceso de apropiación social de la tecnología.** La apropiación social de una tecnología es un proceso complejo que implica un enfoque interdisciplinario y aplicación de mecanismos efectivos de comunicación, participación social, retroalimentación, evaluación, seguimiento y medidas correctivas a mediano y largo plazo (Martínez, 2013), dada tal complejidad esta fase de seguimiento de la apropiación de la tecnología busca diseñar un mecanismo efectivo de monitoreo, el cual permitirá verificar, supervisar, recolectar información e involucrar a la comunidad en el seguimiento para una adopción apropiada. Dicha participación comunitaria pretende contribuir en la apropiación de conceptos y de herramientas fomentando así la retro-alimentación, el aprendizaje y formación de capacidades que facilitan la toma de decisiones y además fortalezcan los procesos comunitarios autónomos.

De acuerdo a lo anterior, el sistema de monitoreo diseñado para esta fase consistió en el procesamiento sistemático y continuo de la información recolectada, cuya finalidad es el registro

y seguimiento del proceso de adopción, que posibilita el análisis de los parámetros y datos obtenidos, en el siguiente cuadro se presentan los objetivos propuestos del sistema de monitoreo.

Cabe resaltar que la formulación de los parámetros e indicadores en dicho sistema, se realizó teniendo en cuenta a la comunidad, para que de manera sencilla, rápida y clara pueda realizar su propio seguimiento y así medir la eficacia y la eficiencia de las actividades realizadas propias de esta fase.

#### **Cuadro 17**

##### **Objetivos del sistema de monitoreo**

<b>OBJETIVOS DEL SISTEMA DE MONITOREO</b>	
<b>Objetivo General</b>	Diseñar un sistema de monitoreo para el seguimiento de la adopción social de tecnologías en la vereda El Motilón, Corregimiento del Encano, Municipio de Pasto.
<b>Objetivos Específicos</b>	– Realizar el seguimiento de la fase de apropiación de la tecnología
	– Definir y analizar los indicadores de seguimiento de la adopción social de la tecnología en la vereda El Motilón.
	– Recolectar información de las actividades relacionadas con la adopción de la tecnología para su control y ajuste.

Fuente: Elaboración propia

**Programa de monitoreo.** La primera etapa de diseño del sistema de monitoreo tuvo como objeto definir los indicadores de seguimiento para las actividades y acciones relacionadas con la adopción de la tecnología, que se traduce en una serie de procedimientos de utilidad en la verificación de la ejecución, eficacia y apropiación de dicha tecnología.

**Definición de Indicadores.** Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con períodos anteriores, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo (DANE, 2009). En este sentido, los indicadores se convierten en uno de los elementos centrales

del seguimiento a la apropiación de la tecnología, ya que permiten evaluar y precisar el nivel de desempeño frente a los objetivos propuestos.

Para la definición de los indicadores se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos de adopción de la tecnología.

- Mejorar los niveles de conocimiento.
- Aplicar procesos de operación y mantenimiento.
- Mejorar la calidad de agua.

Además se tuvo en cuenta los criterios de selección de indicadores, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

*Cuadro 18*

*Criterios para la selección de indicadores*

<b>Criterio de selección</b>	<b>Pregunta a tener en cuenta</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Pertinencia</b>	¿El indicador expresa qué se quiere medir de forma clara y precisa?	Busca que el indicador permita describir la situación o fenómeno determinado, objeto de la acción.
<b>Funcionalidad</b>	¿El indicador es monitoreable?	Verifica que el indicador sea medible, operable y sensible a los cambios registrados en la situación inicial
<b>Disponibilidad</b>	¿La información del indicador está disponible?	Los indicadores deben ser construidos a partir de variables sobre las cuales exista información estadística de tal manera que puedan ser consultados cuando sea necesario.
<b>Confiabilidad</b>	¿De dónde provienen los datos?	Los datos deben ser medidos siempre bajo ciertos estándares y la información requerida debe poseer atributos de calidad estadística.
<b>Utilidad</b>	¿El indicador es relevante con lo que se quiere medir?	Que los resultados y análisis permitan tomar decisiones.

Fuente: DANE, 2009

En términos generales, los indicadores de seguimiento construidos son cuantitativos y de observación cualitativa que permiten identificar cambios en el tiempo y realizar comparaciones de

manera objetiva, conociendo así el avance o problemáticas en la adopción social. En el siguiente cuadro se presentan los indicadores construidos para el seguimiento de la apropiación social de la tecnología en la presente investigación.

**Cuadro 19**

**Indicadores para seguimiento de la apropiación tecnológica en la Vereda Motilón.**

<b>Indicadores para realizar el seguimiento de la apropiación social de la tecnología</b>		
<b>Objetivos para medir la adopción social de la tecnología</b>	<b>Indicador</b>	<b>Criterio/Unidades de medición</b>
Mejorar los niveles de conocimiento	Implementación de Pre-tratamiento al sistema de filtración	Dispositivo de pre-tratamiento en uso (si/no)
	Ubicación adecuada del filtro	Ubicación adecuada (si/no)
	Talleres de Formación	Asistencia a Talleres (No. de personas)
Aplicar procesos de operación y mantenimiento	Uso adecuado del filtro	a. En uso (si/no)
		b. Consumo de agua (L/día)
		c. Usos del agua filtrada
	Herramienta de limpieza del filtro	Tenencia de utensilios adecuados de limpieza (si/no)
	Frecuencia de lavado y limpieza del filtro	Numero de lavado/mes
Mejorar la calidad de agua	Turbiedad	UNT
	Color aparente	Pt/Co
	pH	Unidades de pH
	Coliformes totales	NMP/100mL
	Coliformes fecales	NMP/100mL
	E. Coli	NMP/100mL

Fuente: Elaboración propia

Además de los indicadores formulados se diseñó una matriz de identificación de aspectos que no marchan bien en la implementación de la tecnología (filtros doble vela), esto permite realizar el seguimiento al funcionamiento adecuado de dicha tecnología. Este sistema, implica el seguimiento al proceso en conjunto, de forma dinámica y no la de una simple verificación, ya que busca involucrar a los beneficiarios. De hecho es importante que esta fase se realice como una parte integrante del proceso y no como supervisión.

• **Frecuencia de medición.** Los tres objetivos formulados para la adopción de la tecnología y sus indicadores, fueron construidos a través de un proceso interdisciplinario, sumado a la participación comunitaria dado que la comunidad es quien en lo posible realiza el seguimiento de estos parámetros. Por ello se realizó un taller participativo, donde la comunidad propuso el cómo y cuándo se evalúa (ver siguiente fotografía).



*Fotografía 20. Participación comunitaria en la fase de diseño del sistema de monitoreo de la adopción social*  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la participación de la comunidad se determinaron las frecuencias de medición para cada objetivo y sus responsables (Ver siguiente tabla).

**Tabla 9**

*Frecuencias de medición de indicadores*

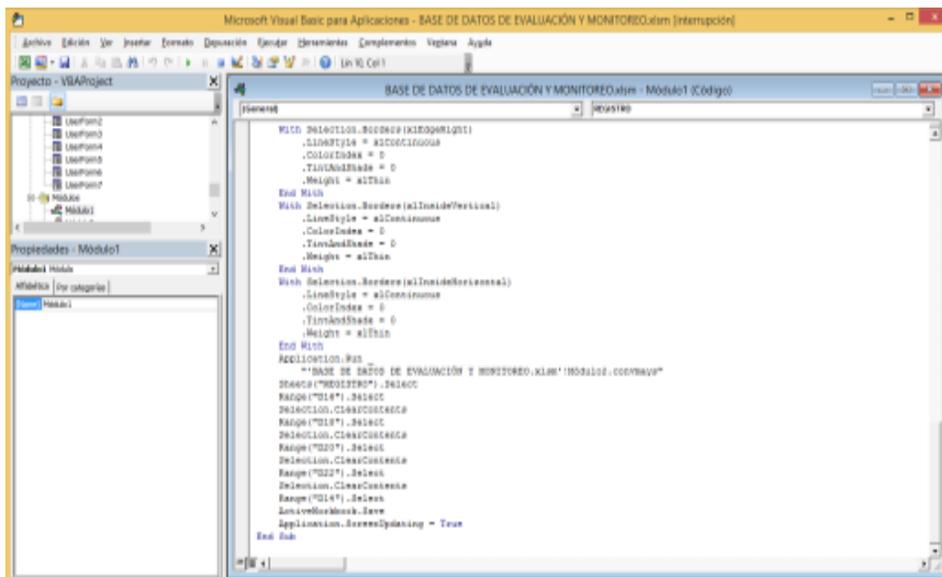
<b>Objetivo</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
Objetivo 1	Mensual
Objetivo 2	Mensual
Objetivo 3	Línea base (muestreo inicial) + medición única.

Fuente: Elaboración propia

- **Sistema de monitoreo.** El sistema de Monitoreo se desarrolló a través del programa informático Microsoft Excel y la extensión “desarrollador” de Visual Basic incorporado en la plataforma Office, esta aplicación de amplia difusión, permite una fácil manipulación y manejo, útil al momento de recolectar información y analizarla. La finalidad del sistema es consolidar la información de la adopción social tecnología, para su seguimiento en una base de datos. Esta base de datos contiene:

- Interfaz de registro
- Datos Básicos.
- Matriz de monitoreo

A través del programa se construyó una interfaz de registro de Usuarios que se almacena en la hoja de cálculo “Datos Básicos” (ver figura 13), para ello se utilizó la opción “macros” que es grupo de instrucciones programadas bajo el entorno conocido como Visual Basic for Applications (VBA) opción que permite la automatización de tareas repetitivas. Igualmente la interfaz creada permite la asignación de un código al usuario de manera automática (ver figura 14).



**Figura 13. Código VBA ha aplicado en Excel**  
Fuente: Elaboración propia

En la interfaz de registro se puede ingresar y guardar el nombre del usuario, el número de vivienda asignado para cada usuario, el sector o ubicación y su número telefónico, el código asignado se genera automáticamente.



**Figura 104. Interfaz de registro de usuario**  
Fuente: Elaboración propia

El almacenamiento de los datos de los usuarios en la hoja de cálculo “datos básicos” (Ver Figura 15), favorece el seguimiento a cada uno de los beneficiarios de la tecnología. Cada Usuario se encuentra vinculado a una hoja de cálculo en la cual se encuentran la Información general del usuario, la matriz de indicadores, y la matriz de identificación de aspectos que no marchan bien en la implementación de la tecnología, éstas permiten el ingreso de información y su modificación.



Usuarios del Proyecto: **Adopción social de Tecnologías en la vereda Motilón** Corregimiento del Encano- Municipio de Pasto

*Minga de Encuentro y Unidad por el Agua*

REGISTRO

Codigo	NOMBRE DEL USUARIO	NÚMERO DE VIVIENDA	SECTOR	TELEFONO
35M	CONSUELO JOJOA	20	MOTILÓN CENTRO	NINGUNO
34M	YOLANDA RAMIREZ POTOSI	12	MOTILÓN CENTRO	NINGUNO
33M	FRANCO MARINO MUJUY	38	MOTILÓN CENTRO	NINGUNO
32M	JULIAN GONZALO HIDALGO JOJOA	1	BAJO MOTILÓN	3117273242
31M	DIOSELINA PARDO	63	MOTILÓN CENTRO	NINGUNO

**Figura15. Base de datos básicos**

Fuente: Elaboración propia

**Matrices diseñadas para el seguimiento de la adopción social.** La matriz diseñada para el seguimiento de indicadores tiene como característica principal, el despliegue de una lista de opciones en celdas determinadas dando la posibilidad al usuario de elegir un valor dentro de una lista que ha sido previamente definida y validada. Esta validación de información que se introduce en Excel es de suma importancia para prevenir cualquier interpretación equivocada al momento de analizar los datos. En la siguiente figura se muestra la selección que se puede realizar con la creación de dichas listas.

**Sistema para el Monitoreo de la Adopción Social de Tecnologías**  
 Proyecto: Adopción social de Tecnologías en la vereda Motilón  
 Corregimiento del Encano- Municipio de Pasto

**Ubicación**

Municipio: Pasto      Coordenadas Geograficas:  
 Corregimiento: El Encano      N: 615198.61  
 Vereda: El Motilón      E: 909271.70  
 Sector: Motilón Centro  
 Número de Vivienda: Bajo Motilón, Las Acacias, Las Lajas, Motilón Centro

**Información General**

Nombre del Beneficiario: LIBARDO NAVARRETE JOJOA      N° Documento de Identificación: S.206.187  
 Grupo Poblacional: Indígena      N° Habitantes en el Hogar: 5  
 Actividad Económica Principal: Agricultura  
 (Opciones: Agricultura, Ganadería, Acuicultura, Cestería, Turismo, Otra)

**Información de la Vivienda**

Tenencia del Predio: Propia      Materiales de Construcción: ladrillo, zinc y eternit  
 Tipo de Vivienda: Casa en Material  
 (Opciones: Rancho, Casa de Madera, Casa de Madera Mejorada, Casa en Material, Casa de Material Mejorada, Otra)  
 Fuente actual de abastecimiento: ACUEDUCTO      del Agua      Nombre del Acueducto: A. Centro

**SELECCIÓN DE RESPUESTA**

*Figura 16. Selección a través de listas desplegables*  
 Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el sistema de monitoreo busca conocer las posibles problemáticas que se presentan en la adopción y de esta forma controlar y en lo posible corregir tales dificultades. Por otro lado el conocimiento generado a través de este sistema en un futuro posibilita optimizar y mejorar el proceso de adopción social de la tecnología. La aplicación se puede apreciar en el Apéndice F.

**Selección de muestra poblacional.** Para determinar la muestra poblacional de referencia de forma adecuada para la fase de seguimiento y evaluación, se tuvo en cuenta los objetivos del

estudio, definiendo así, implícitamente, las características y la naturaleza de la población a analizar.

Esta se calculó considerando los siguientes parámetros:

**N:** Tamaño del Universo= **52**

El tamaño del universo corresponde al total de la población, es decir a 52 usuarios registrados.

**P:** Probabilidad de Ocurrencia= **0,025**

Se estimó el nivel el nivel de probabilidad de ocurrencia a un nivel de confianza del 90%, resultando así: **k= 1,65**, con un error máximo de estimación del **10%**.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

**Fórmula 1**

Dónde: N: tamaño de la población conocida

K: Constante que depende del nivel de confianza que se asigne.

e: error muestral deseado

p: proporción de individuos p= 0,5

q: proporción de individuos que no posee esa característica q= 0,5

Obteniendo una muestra poblacional adecuada de:

**n= 30.**

Una vez se obtuvo el tamaño de la muestra, se estableció como criterio la selección aleatoria, dando la oportunidad a cualquier usuario (muestra) de ser elegido.

**Paso 6. Evaluación.** Antes de dar inicio al proceso de seguimiento y evaluación es pertinente aclarar que el monitoreo se enfocó en 27 beneficiarios debido a que éstos cumplen el registro de las cuatro mediciones en su totalidad. En el trabajo desarrollado en la vereda El Motilón, se utilizaron indicadores de seguimientos cuantitativos y de observación cualitativa, los cuales permiten identificar cambios en el tiempo y realizar comparaciones de manera objetiva, conociendo así el avance o problemáticas en la adopción social de la tecnología. Los formatos para la captura de la información se presentan en el Apéndice F. En el siguiente cuadro se presentan la descripción de actividades y acciones realizadas para llevar a cabo la evaluación del proceso.

*Cuadro 20*

*Actividad de evaluación del proceso*

Descripción de la actividad	Descripción de acciones	Personal, insumos y herramientas empleados
Evaluar el proceso de apropiación social de tecnologías para el contexto y la comunidad intervenida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evaluación del uso y manejo de la tecnología.</li> <li>-Evaluación de la eficiencia de la tecnología.</li> <li>-Evaluación en el cambio de comportamiento de la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ingenieros sanitarios</li> <li>-Profesional del área social</li> <li>-Dinamizador social (recreacionista)</li> <li>-Personal de apoyo</li> <li>-Matriz de indicadores de evaluación.</li> <li>-Instrumentos de medición.</li> <li>- Caracterización de agua cruda y filtrada.</li> </ul>

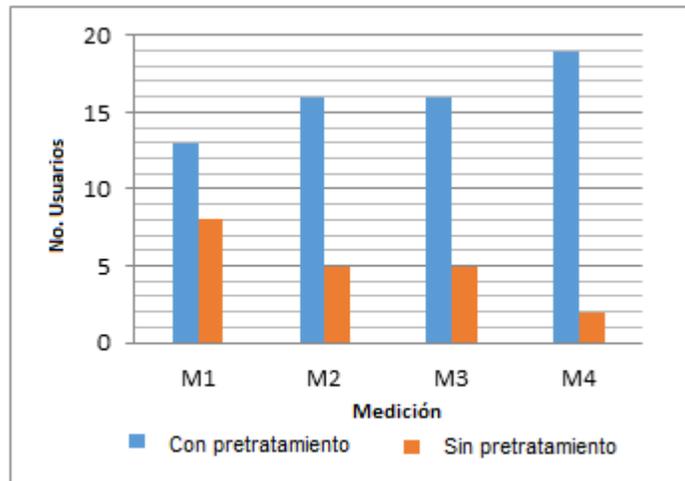
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta, la información consolidada a través del sistema de monitoreo para el seguimiento de la adopción social de tecnologías en la vereda El Motilón, a continuación se presentan los resultados obtenidos en la medición de los indicadores concertados con la comunidad:

**Mejoramiento en los niveles de conocimiento.** Para la evaluación de este objetivo se tuvo en cuenta los siguientes indicadores: implementación de Pre-tratamiento al sistema de filtración, ubicación adecuada del filtro y asistencia a talleres de formación:

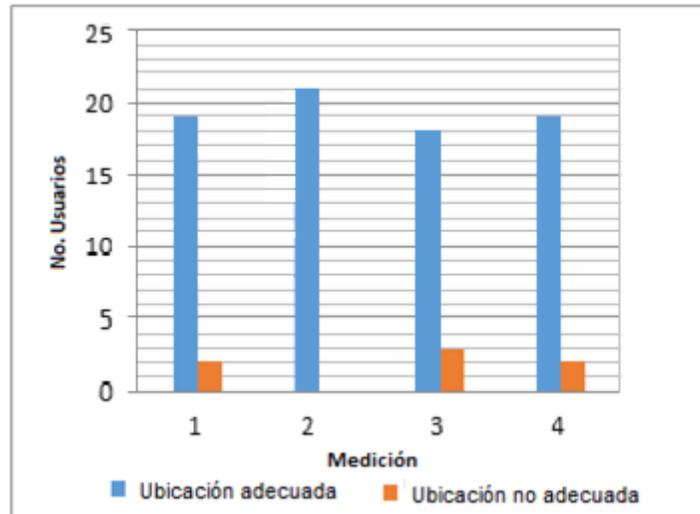
- **Implementación de Pre-Tratamiento al sistema de filtración:** Unas de las recomendaciones para el buen funcionamiento del filtro de vela de ceramica es la utilizacion de un dispositivo de pretratamiento o acondicionamiento del agua a filtrar, para llevar a cabo el proceso de sedimentacion, el cual es un proceso fisico que reduce la turbiedad del agua y disminuye los materiales en suspensión como la arena, arcilla y otros. Lo anterior vuelve más eficiente el proceso de filtracion, evita la colmacion temprana de las velas y alrga la vida {util de estos dispositivos. En la siguiente gráfica se evidencia la tendencia a usar el pretratamiento, es decir que la comunidad fue receptiva a la información brindada en los talleres de capacitación.

Se puede afirmar que se creó un cambio de comportamiento en las prácticas de la comunidad de la vereda El Motilón con respecto al manejo de esta tecnología, este indicador reveló en la primera medición, que un gran número de usuarios no usaban pretratamiento, situación que fue disminuyendo, como se observó en la cuarta medición.



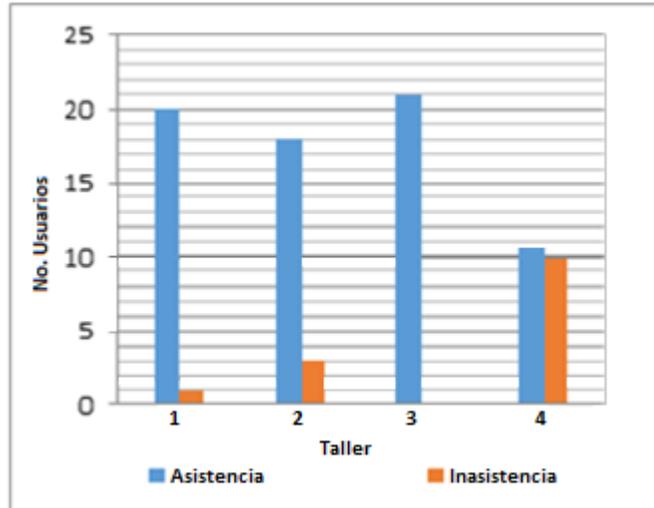
*Gráfica 5. Uso de pretratamiento para el filtro*  
Fuente: Elaboración propia

- Ubicación adecuada del filtro:** La ubicación del filtro es un factor muy importante en la calidad del agua tratada, debido a que se puede contaminar muy fácilmente si el espacio o el lugar donde se ubicó el filtro es inadecuado, debido a la posible contaminación directa o cruzada que se puede generar por ejemplo los agentes patógenos presentes en el aire o suelo pueden entrar al recipiente fácilmente por dispersión del polvo, por ingreso de agua contaminada, por el contacto con los animales domésticos o roedores quienes pueden transmitir microorganismos o agentes patógenos que contribuyen a la contaminación del agua tratada, por esta razón el filtro debe colocarse en el interior de la casa, preferiblemente en la cocina o comedor y sobre una mesa o mesón. En la gráfica 6 se observa que en todas las mediciones realizadas la mayoría de los filtros están ubicados adecuadamente, lo anterior indica que la población siguió las recomendaciones impartidas, revelando que la tecnología implementada goza de unas buenas prácticas en su uso por parte la mayoría de los usuarios, siendo esto una acción relevante en la generación de la apropiación social de la tecnología implementada.



**Gráfica 6. Ubicación adecuada/no adecuada del filtro**  
Fuente: Elaboración propia

- Asistencia a talleres de formación:** Los talleres son una herramienta muy importante ya que por medio de estos se buscó promover y mejorar la comunicación entre las diferentes personas y el equipo de trabajo, además de profundizar en la formación de la adopción social de dicha tecnología. En la gráfica 7 se observa que la asistencia por parte de los usuarios fue alta en los talleres de implementación de los filtros, fomento a la participación, construcción de capacidades y aplicación de instrumentos de evaluación. En el último taller de la fase evaluación del proceso no asistió un gran número de personas, lo que indicó una disminución en el interés por parte de la comunidad de la vereda.

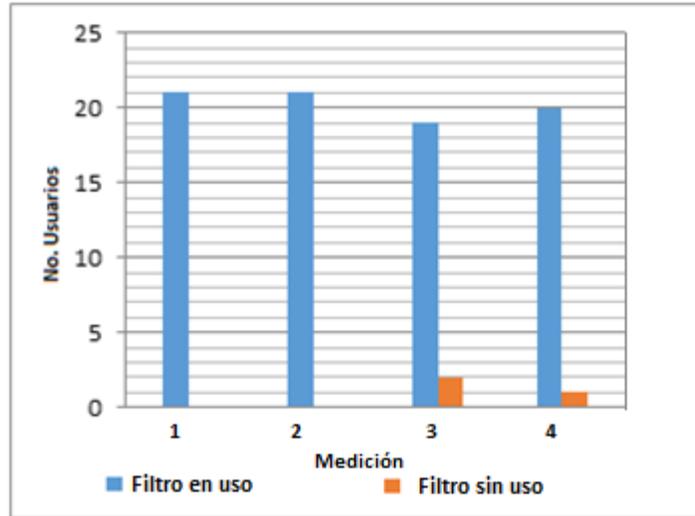


*Gráfica 7. Asistencia a talleres de educación sanitaria*  
Fuente: Elaboración propia

**Aplicación de procesos de operación y mantenimiento.** La empresa Stefani (fabricante de las velas cerámicas utilizadas en la investigación), en su página web presenta los posibles problemas que puedan presentarse en el uso de los filtros y brinda distintas recomendaciones para disminuir dichos inconvenientes, a continuación se presenta una recopilación de diferentes aspectos a tener en cuenta en la operación y mantenimiento del filtro.

Para la evaluación de este objetivo de monitoreo, se tuvo en cuenta los indicadores: uso del filtro, uso de herramientas e implementos de limpieza del filtro y frecuencia de lavado y limpieza del filtro:

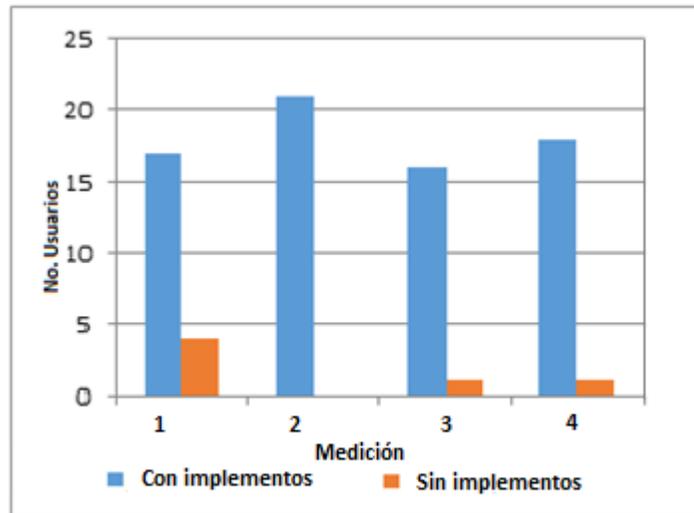
- **Uso del filtro:** En la siguiente gráfica se puede apreciar que en la mayoría de las casas usaron el filtro, solo en los resultados de las dos últimas jornadas de aplicación de las listas de chequeo se observa que un porcentaje pequeño de los filtros no estaban siendo utilizados, esto se debió a que estos presentaron inconvenientes operativos.



*Gráfica 8. Uso del filtro*  
Fuente: Elaboración propia

Este indicador resulta ser de gran relevancia para la presente investigación, ya que demostró que a lo largo del período de intervención, la totalidad de la población usó los filtros y en los casos que dejó de hacerlo fue por razones ajenas a su voluntad debido a fallas como el deterioro de las velas cerámicas que imposibilitaron su uso. Se puede afirmar que se logró generar una gran apropiación social de la tecnología en la totalidad de la población, al reconocer en las visitas domiciliarias que los filtros están en uso frecuente, siendo entonces este un indicador contundente de apropiación social de la tecnología.

- **Uso de herramientas e implementos de limpieza del filtro:** de acuerdo a las mediciones realizadas con respecto a este indicador, se observó que un gran porcentaje de las viviendas contaron con los implementos mínimos para realizar el mantenimiento y limpieza de los diferentes componentes de los filtros de doble vela cerámica. En la siguiente gráfica se aprecia el número de usuarios que usaron y que no usaron implementos de limpieza del filtro durante las mediciones realizadas.



**Gráfica 9. Uso de implementos de limpieza del filtro**  
Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que a la población no se la dotó de los implementos de limpieza y mantenimiento del filtro como lo son cepillos, esponjas etc., en los talleres y en las diferentes jornadas de capacitación, se recomendó a la población la adquisición de estos implementos para uso exclusivo del filtro. Lo anterior se hizo con el fin de observar si la población compraba los implementos de limpieza y mantenimiento del filtro, ya que este indicador era muy importante para percibir la apropiación social de la tecnología, evidenciando la aceptación y la relevancia del uso adecuado de la nueva tecnología implementada. Al analizar la gráfica 9, se puede afirmar que la gran mayoría de la población adquirió y usó los implementos de limpieza del filtro, siendo esto un gran indicador de la aceptación, uso continuo, manejo adecuado y en general de la aceptación y por ende de la apropiación social e la tecnología implementada.

Finalmente los indicadores del presente objetivo de monitoreo, permitieron determinar el estado de los filtros, teniendo en cuenta los problemas en los procesos de operación y

mantenimiento más frecuentes reportados por la comunidad y evidenciados en las mediciones realizadas. A continuación se realiza una breve descripción de cada problema:

**Colmatación de velas y acumulación de lodos en la cámara superior:** En lugares soleados es usual que se forme una película verde sobre las velas y en los lugares donde el agua tiene muchos minerales se formará una película café, también es usual que se forme una película traslucida en las paredes del primer balde, el exceso de turbiedad contribuye a la colmatación temprana de las velas ya que el agua fluye por medio de estas deteniendo en sus poros los sólidos suspendidos, las bacterias y todos los materiales de tamaño mayor a la porosidad del filtro. por esta razón, se debe hacer un lavado del filtro, no se debe utilizar esponjas ni metálicas ni plásticas ni ningún otro abrasivo para lavar las velas, tampoco usar azúcar o arena, simplemente se debe lavar con la herramienta de limpieza y con agua filtrada. Las velas tienden a obstruirse haciendo más lento el proceso de filtrado hasta que finalmente dejan de funcionar en este punto se deben cambiar.

En el estudio comparativo de dos filtros de vela cerámica realizado por Pérez, Díaz, Salamanca y Torres (2014), afirman “a medida que transcurre el tiempo de funcionamiento de los sistemas y a pesar de realizar diariamente las actividades de limpieza de las velas, las tasas de filtración disminuyen”, situación que también se evidenció en la presente investigación (Ver grafica 10).

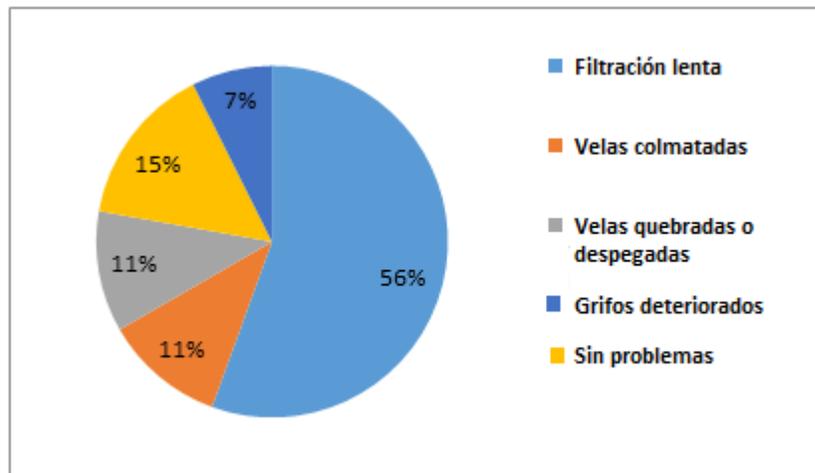
**Velas quebradas o deterioradas:** La limpieza diaria, frotando suavemente la vela con la mano, evita la acumulación de sólidos suspendidos que puede provocar malos olores y reducir la tasa de filtración. Pérez et al. (2014), afirman “la limpieza periódica, con un cepillo de cerdas suaves, no incrementaba de forma notoria la tasa de filtración, pero si podía exponer la vela a un

deterioro mayor, si el cepillado no fuese suficientemente suave. Otro aspecto relevante, es la vulnerabilidad que se presenta al momento de instalar o reponer la vela, ya que puede romperse el dispositivo plástico inferior al ajustar muy fuerte la tuerca plástica”. Situaciones que también fueron evidenciadas en la presente investigación (Ver grafica 10).

Con respecto a los problemas presentados en los filtros en uso en la vereda del Motilón, según la gráfica 10, se pudo observar que la mayoría de dispositivos presentó problemas de filtración lenta o decline de su tasa de filtración (56%), este valor concuerda con lo esperado ya que los dispositivos contaron con una carrera de filtración total o uso de aproximadamente 6 meses al momento de hacer el análisis, además el agua utilizada por los habitantes de la vereda El Motilón no recibe ningún tipo de tratamiento central (acueducto) lo que influye directamente en la vida útil del filtro; el 11% de los filtros presentaron colmatación en sus velas lo cual pudo ser consecuencia de muchos factores como el alto grado de turbiedad en el agua filtrada, el tiempo de uso del filtro entre otros, según la fábrica Stefani la vida útil de las velas puede llegar hasta 1 año, siempre y cuando se tengan en cuenta buenas prácticas de mantenimiento y operación del filtro, otros autores indican que la vida útil está entre seis meses o 20.000 litros filtrados (Clasen & Boisson, 2005; CAWST, 2010). Lo cual fue acorde a los resultados de la presente investigación, puesto que luego de seis meses de uso continuo de los filtros, estos empezaron a bajar su eficiencia en la remoción de E. coli y coliformes totales (Ver gráfica 12).

La necesidad de desarmar el filtro para realizar el lavado de los accesorios, aumentó el riesgo de que al momento de instalar las velas, estas se quebraran o se despegaran ya que el material en que está fabricado su soporte es de plástico, siendo este muy vulnerable a la fuerza que se puede

aplicar por parte del manipulador, se encontró que el 11% de los filtros presenta velas quebradas o despegadas debido a su manipulación al momento del lavado.

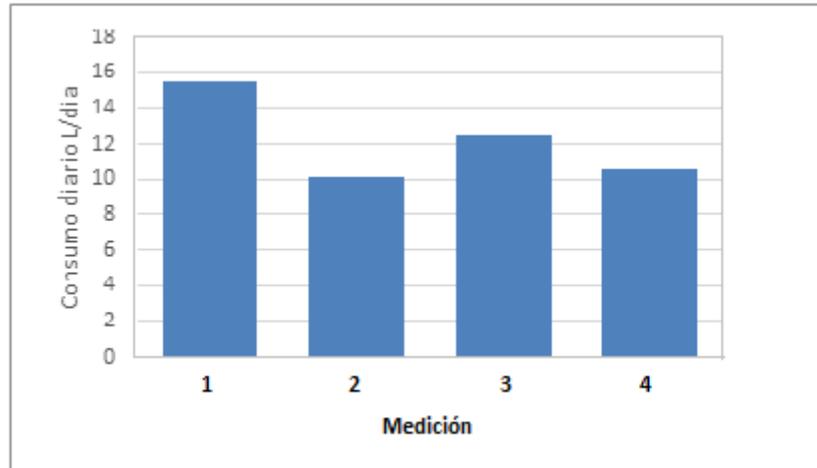


**Gráfica 10. Problemas presentados en los filtros**  
Fuente: Elaboración propia

Este tipo de problemas identificados puede ser negativo en el proceso de apropiación social de una tecnología, sin embargo también pueden interpretarse como indicadores de la apropiación social de la tecnología, por ejemplo el decline de la tasa de filtración (filtración lenta) o la presencia de velas colmatadas puede indicar el uso frecuente del filtro, las velas quebradas o partidas por realizar actividades de limpieza nos indica la manipulación del filtro y la preocupación de sus usuarios por su mantenimiento.

Antes de presentar la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos es importante tener en cuenta el consumo diario de agua tratada por la comunidad de la Vereda El Motilón. En la gráfica 11 se observa que el promedio del consumo de agua filtrada por la comunidad de la vereda El Motilón fue mayor en lo registrado en la aplicación de la primera lista de chequeo, momento para cual los dispositivos de filtración tenían un tiempo de uso de aproximadamente dos meses, lo que hacía que la tecnología sea atractiva y no se hayan se

presentado daños en los dispositivos de filtración, se observa que se disminuyó la cantidad de agua filtrada con respecto a esta primera medición, lo que sugiere que podrían haber existido algunos daños en la estructura de los dispositivos de filtración, como velas y grifos quebrados así como también la colmatación de las velas debido a distintos factores tales como la ausencia de pretratamiento, así como la falta de lavado de los filtros, entre otros.



**Gráfica 11. Promedio de consumo de agua filtrada (L/día)**  
Fuente: Elaboración propia

Al igual que el uso del filtro, el consumo promedio de agua filtrada es otro indicador importante para reconocer la apropiación social de la tecnología, los valores promedio oscilan entre 10 y 15,8L/día, lo cual indica el uso diario del filtro, por ende su aceptación y apropiación.

**Mejorar la calidad de agua.** Según autores como Pérez *et al.* (2014), el seguimiento del desempeño para dos los sistemas de filtración de velas (filtro con una vela, filtro de dos velas) se realiza con variables como tasa de filtración, turbiedad, E coli, pH, SDT, conductividad y color aparente. Amber Franz en su tesis de maestría “A Performance study of Ceramic Candle filters in Kenia Including Test For ColipHage Removal” toma como indicadores para determinar la

eficiencia de distintas marcas de velas, la remoción de la turbiedad, tasa de flujo, remoción de coliformes y remoción viral. Basándose en lo anterior y teniendo en cuenta el análisis de calidad del agua realizado a la fuente de abastecimiento (ver cuadro 2), se opta por realizar la medición y seguimiento o monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, descritos en el cuadro 19.

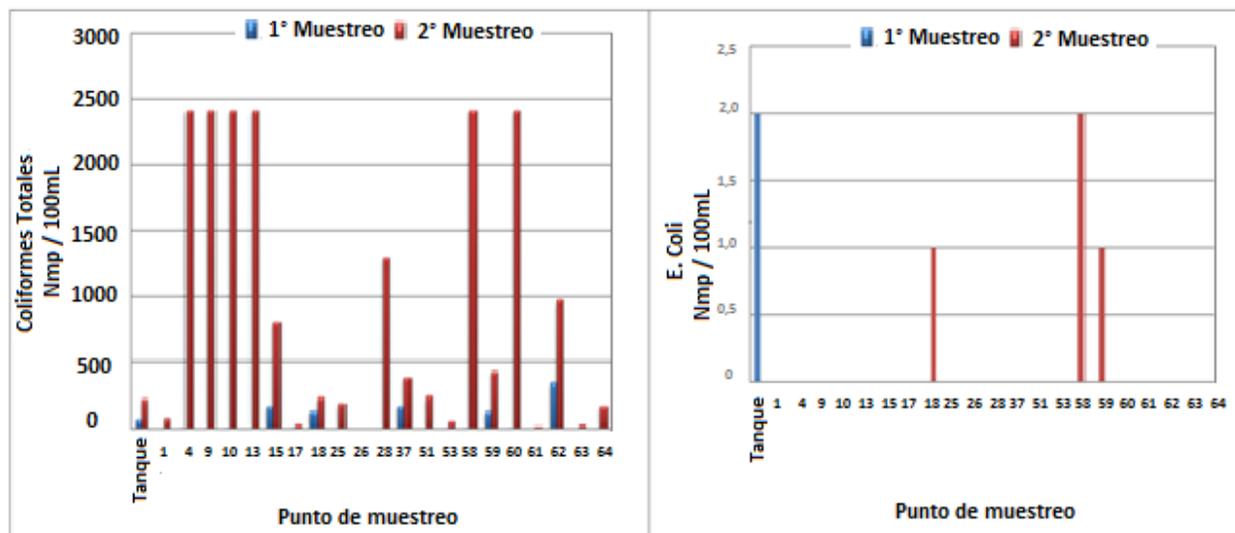
#### **Medición del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.**

Conocer la eficiencia del funcionamiento de los filtros de vela cerámica en cuanto al comportamiento de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad del agua contrastándolos con lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007, permite acercarse a conocer la forma de operación y mantenimiento de los filtros, debido a que estos parámetros pueden verse afectados por un manejo u operación inadecuados.

**Comportamiento de los parámetros microbiológicos.** La OMS (2015) afirma que los coliformes totales pueden ser utilizados para evaluar los métodos de tratamiento ya que su presencia en el agua filtrada o desinfectada indica un tratamiento inadecuado. Según la Resolución 2115 de 2007, para el parámetro de coliformes totales el límite establecido es “Ausencia”, de acuerdo con los resultados obtenidos en las dos jornadas de muestreo en las cuales se evaluaron tanto el agua cruda como la tratada o filtrada, se pudo observar que en el primera jornada, existieron 13 de 22 muestras que cumplieron con la normatividad, indicando la eficiencia del filtro. El valor más alto de coliformes totales obtenido fue en una de las muestras de agua filtrada con 350 NMP/100 ml, se presentaron cinco muestras de agua filtrada con valores superiores al de la muestra de agua cruda tomada en la bocatoma del acueducto de la vereda El Motilón, lo que sugiere

una contaminación en el recipiente inferior del filtro el cual almacena el agua, esto pudo suceder por un inadecuado mantenimiento u operación del filtro y/o por la mala manipulación o conservación del agua filtrada. En términos generales, el 59% de los filtros presentaron un comportamiento eficiente en cuanto a la remoción de coliformes totales.

En la jornada de muestreo dos, se evidenció un aumento de los coliformes totales en la mayoría de las muestras de agua, ya que solo una de las 22 muestras, cumplió con lo establecido por la Resolución 2115 de 2007. Existieron trece muestras de agua filtrada con valores superiores al del agua cruda, lo cual indica una manipulación inadecuada del filtro o del agua filtrada almacenada, igualmente lo anterior también puede indicar que al paso de 6 meses de funcionamiento la plata coloidal disminuyó su concentración, siendo esto acorde con lo que indica la casa fabricante Stefani, garantizando su duración de 6 a 12 meses, (Ver siguiente gráfica).



**Gráfica 12. Comportamiento de los filtros con respecto a los parámetros microbiológicos**  
Fuente: Elaboración propia

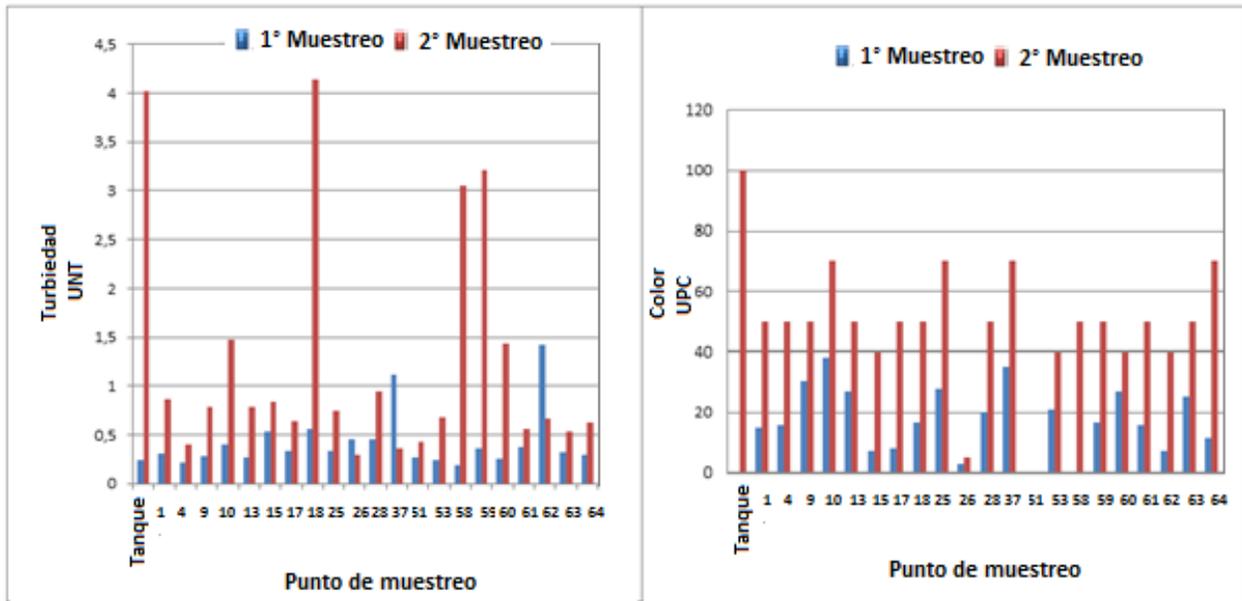
Según una investigación realizada en Nicaragua por los Ceramistas por la Paz en el año 2001, en filtros impregnados con plata coloidal se encontró que la correcta utilización del filtros podría eliminar el 100% de las bacterias indicadoras, sin embargo debido a la mala manipulación

del receptáculo y a la contaminación por almacenamiento inadecuado del agua, solo el 4% de los filtros domésticos removieron coliformes totales y un 53% elimina E. Coli, situación que se puede replicar el en caso de la Vereda El Motilón, donde la posible manipulación inadecuada del filtro y el incorrecto almacenamiento del agua pudieron influir en la contaminación por Coliformes Totales en el 95% de las muestras analizadas en la segunda jornada de muestreo.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la E. coli es el indicador más adecuado para determinar la contaminación por heces, ya que la E. coli es de origen fecal y está presente en altas concentraciones ( $10^9$  ufc/gramo de heces). Pérez et al. (2014) en su trabajo “Estudio Comparativo de dos Sistemas de Filtración Casera para el Tratamiento de agua para Consumo Humano”, encontró una remoción del 100% de E.coli en el filtro de doble vela, cuyo valor de E.coli en agua sin filtrar fue de  $3.9 * 10^5$  UFC/100ml. En los resultados obtenidos de los muestreos de agua cruda y tratada en la vereda El Motilón se observa que para el primer muestreo se encontró *Escherichia coli* en la bocatoma, sin embargo en las 21 muestras de agua filtrada no se registró presencia de E.coli, lo que indica una eficiencia del 100% por parte de los filtros, cumpliendo de esta manera con los límites establecidos por la Resolución 2115 de 2007. En el muestreo número dos, no hay presencia de *Escherichia coli* en la muestra de agua obtenida de la bocatoma, pero se encontró que en dos muestras hubo 1 NMP /100 ml y en otra 2 NMP /100 ml de *Escherichia coli*, por lo que se concluye que hubo una contaminación del agua filtrada en el punto de uso.

**Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos.** Para la eliminación eficiente de la turbiedad se recomienda tener en cuenta distintos factores como la porosidad de la vela, el espesor y área superficial de filtración, la calidad de agua a filtrar, uso de pretratamiento, en los resultados

obtenidos en los muestreos de agua se observa que para la jornada de muestreo 1, el 86 % de las muestras presentaron un aumento en la turbidez con respecto a la muestra de agua cruda, lo que puede ser generado por la falta de mantenimiento de la red de distribución o por la contaminación del agua debido al inadecuado almacenamiento. En la jornada de muestreo 2, el 95 % de las muestras presentan una remoción de turbiedad del 76,1%, pasando de una turbiedad inicial de 4,02 NTU a un promedio de 0,96 NTU. Una muestra de agua presento una turbiedad superior a la registrada en el agua cruda, situación que se esperaba debido a que al momento de hacer el muestreo se presenciaron residuos en el recipiente contenedor, por lo que se concluye que en este caso el resultado obtenido se debe a la contaminación en del agua almacenada. En el estudio llevado a cabo por Amber Franz titulado *A Performance Study of Ceramic Candle Filters in Kenia Including Tests for ColipHage Removal* encontró que las velas de la marca Stefani aportaban un porcentaje de remoción de turbidez del 98,8%, para un valor de turbidez de una fuente agua diluida del rio Nairobi que oscilaba entre 15 – 31 NTU, lo que indica una eficiencia de las velas para la remoción de turbiedad, para situaciones donde el mantenimiento y operación del filtro así como el almacenamiento del agua tratada sean los adecuados. En la siguiente gráfica se puede apreciar el comportamiento de los filtros en cuanto a los parámetros de turbiedad y color.



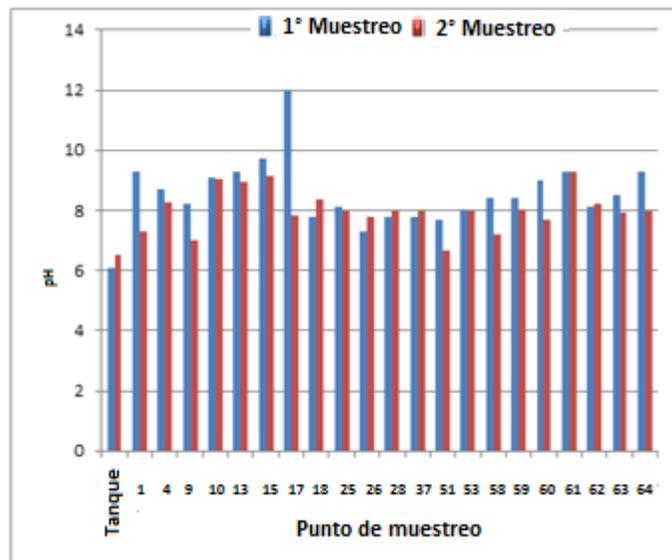
**Gráfica 13. Comportamiento de los filtros con respecto a los parámetros de turbiedad y color**  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de agua cruda y tratada en la jornada de muestreo 1 se obtuvo que el 41% de los filtros cumplen con los límites permisibles de la normatividad para agua para consumo humano con respecto al color aparente, cuyo valor es 15 UPC, sin embargo cabe resaltar que para este muestreo el agua cruda tuvo un valor de color aparente de 0 UPC, lo cual sugiere que para 20 muestras de agua tratada hubo un aumento de color en el punto de uso, lo cual pudo suceder por la acumulación de residuos vegetales en descomposición presentes en el tanque de almacenamiento y en los puntos bajos de la red de distribución del acueducto.

En la jornada de muestreo 2, la muestra de agua cruda presenta un valor de color aparente de 100 UPC, el cual está por encima de los límites permisibles, sin embargo aunque la mayoría de las muestras de agua tratada no cumplen con lo establecido en la Resolución 2115/07, se observa una remoción del color aparente en el agua filtrada, obteniendo un porcentaje promedio de remoción del 52,6% de color aparente, con una remoción máxima del 100% y una remoción

mínima del 30%, si bien es cierto este tipo de filtros no es eficiente en la remoción del color como lo aclaran sus fabricantes, en este caso hubo un comportamiento aceptable en cuanto a este parámetro.

En los resultados obtenidos con respecto al parámetro de pH (ver siguiente gráfica), se encontró que para todas las muestras de agua filtrada el pH se incrementó, siendo el valor promedio de pH para el primer muestreo de 8,54 y para el segundo muestreo de 7,94 unidades, valores que cumplen con lo establecido en la Resolución 2115/07 donde el intervalo de pH permisible para agua potable varía entre 6,5 y 9,0. El aumento del pH posiblemente se da por la dilución de los materiales arcillosos propios de las velas cerámicas, aumentando la basicidad del agua.



**Gráfica 14. Comportamiento de los filtros con respecto al pH**  
Fuente: Elaboración propia

El seguimiento al comportamiento de la calidad del agua o muestreo y análisis fisicoquímico y microbiológico permite evaluar como tal el comportamiento o eficiencia de la tecnología, pero no es un buen indicador de la apropiación social de la tecnología, debido a que no se puede asociar directamente los resultados obtenidos en los muestreos de los parámetros

fisicoquímicos con su operación puesto que estos se ven influenciados en un mayor grado por la calidad del agua que proviene del acueducto y por el funcionamiento como tal de los componentes de la tecnología, con respecto a los parámetros microbiológicos, en la primera medición se aprecia la eficiencia de los filtros, indicando un funcionamiento y una posible operación adecuada, sin embargo en la segunda medición la eficiencia de los filtros disminuyó considerablemente, indicando que la duración al igual que la eficiencia de la tecnología fueron menores que las esperadas, aunque cabe resaltar que la plata coloidal impregnada en la velas disminuye su concentración con el uso del filtro y seguramente la eficiencia en la remoción de patógenos fue generada por la baja concentración del desinfectante debida al uso continuo del filtro, lo cual al relacionarlo con los indicadores de uso del filtro y cantidad de agua filtrada al día da una coherencia en la disminución de la eficiencia de desinfección y corroboró que existió un uso muy frecuente del filtro, lo cual es un claro indicador de la aceptación de la tecnología al usarla diariamente.

Al evaluar el seguimiento de los diferentes indicadores aplicados, es claro afirmar que si hubo una apropiación social de la nueva tecnología, se logró mejorar los niveles de conocimiento en la población, ya que se evidenció en la mayoría de las viviendas, que los filtros se encontraba en uso, que hubo una implementación de un pretratamiento, que la ubicación era adecuada de los filtros, la existencia de utensilios adecuados de limpieza y el estado de los filtros, en los talleres de formación también se pudo observar el incremento de los niveles de conocimiento de la población acerca de la tecnología implementada, en las actividades lúdicas se evidenció que los adultos, adultos mayores e incluso los niños saben armar, desarmar y realizar la limpieza de manera adecuada del filtro.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Según la caracterización biofísica realizada en el área de influencia del presente proyecto, la sub-cuenca El Motilón se caracteriza principalmente por poseer unidades geológicas susceptibles a erosión y baja fertilidad, además la intervención humana dada principalmente por la extracción de leña y producción de carbón vegetal en la parte alta, ganadería intensiva, piscicultura y adecuación de áreas para agricultura y vivienda en la parte media y baja de la sub-cuenca, ha generado una presión sobre los recursos naturales, afectando la dinámica propia de los ecosistemas y ocasionando un impacto constante sobre el recurso hídrico, deteriorando principalmente su calidad, volviendo más complejo y costoso su tratamiento para el consumo humano.

Teniendo en cuenta el balance hídrico realizado con la información de oferta y demanda de agua en el área de influencia del proyecto, se puede concluir que la subcuenca El Motilón cuenta con la suficiente cantidad de agua requerida por la población para sus actividades diarias, no obstante la calidad de agua para consumo humano es deficiente principalmente por los parámetros: color, turbiedad, sólidos suspendidos, coliformes totales, coliformes fecales y E. Coli, los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles estipulados en la Resolución 215 de 2007 y que tienden a continuar incrementando su deterioro debido a la intervención de la sub-cuenca, situación que está directamente relacionada con el tratamiento que se le debe dar al agua para consumo humano, bien sea a nivel central o domiciliario.

A nivel comunitario, el análisis de la organización para el aprovechamiento del recurso hídrico con destino al consumo humano se realizó a través de los componentes de la arquitectura del modelo de gobernanza ambiental, obteniéndose como conclusión que las personas que habitan

la vereda El Motilón Centro, no cuentan con una estructura de gobernanza ambiental que viabilice los procesos de gestión, al no garantizar una mejora en el acceso de agua para consumo humano en aspectos de calidad, cantidad y continuidad, presentando carencia participativa, administrativa, operativa y de apoyo. Según esta percepción, en general a la comunidad de la vereda El Motilón se la puede considerar como un conjunto de actores influenciables, al no poseer la capacidad legítima para evaluar y resolver la severidad de los conflictos socio-ambientales en su territorio, afectando de esta manera la legitimidad del régimen actual de gobernanza ambiental mencionado por Brenner (2010).

La aplicación de la metodología AHP fue de gran utilidad para realizar una toma de decisión adecuada en la elección de la metodología de educación sanitaria PHAST, dotando de un rigor científico al proceso de selección, permitiendo comparar las diferentes alternativas identificadas y evaluar criterios tanto cuantitativos como cualitativos, verificando su consistencia en los juicios de valor propuestos.

La metodología PHAST de educación sanitaria resultó ser muy completa y gracias a su flexibilidad permitió su fácil adaptación al contexto específico, brindando un enfoque integral al proceso de apropiación social de la tecnología no convencional, abordando desde el reconocimiento por parte de la población de los principales problemas de la vereda entre ellos uno de los más relevantes el consumo de agua de mala calidad, el análisis del porqué de este problema, la planificación de las soluciones, aceptación de la implementación de la nueva tecnología no convencional, generación de cambios de comportamiento, planificación del monitoreo y la evaluación final de la participación.

Se puede afirmar claramente, que si se logró alcanzar la apropiación social de la tecnología no convencional implementada, existiendo muchas evidencias para soportar esta afirmación, ya

que mediante el proceso de monitoreo y seguimiento, los indicadores propuestos entre ellos “uso adecuado del filtro”, “ubicación adecuada del filtro”, “implementación de Pre-tratamiento al sistema de filtración”, “herramientas de limpieza del filtro”, reflejaron claramente el uso continuo del filtro, el consumo diario del agua filtrada, la percepción y receptibilidad de la información transmitida en los talleres al evidenciar el uso de pretratamiento, la adquisición y uso de implementos de limpieza del filtro.

El logro de la apropiación social de la tecnología no convencional, también se evidenció al generar en la población el reconocimiento de los factores de riesgo hacia la salud asociados al consumo de agua de mala calidad y como el uso del filtro permite la disminución de este riesgo.

Mediante la realización de las actividades lúdicas propias de los talleres, se determinó que la totalidad de la población e incluso los niños saben cómo armar, desarmar y realizar las labores de limpieza y mantenimiento del filtro, lo cual indica que se generó en ella cambios de comportamiento, logrando que estas actividades se conviertan en parte de su cotidianidad, indicando claramente que se adoptó la tecnología no convencional, generando su apropiación social.

La tecnología de filtros domiciliarios de doble vela cerámica no resultó ser tan eficiente como se esperaba, ya que muchas de las velas cerámicas presentaron problemas asociados a la calidad de fabricación como la rotura o desprendimiento de la tapa plástica de la vela cerámica o el quiebre del accesorio plástico de salida de la vela cerámica, problemas evidenciados por autores como Pérez et al. (2014), estos problemas pudieron generar el rechazo y la no utilización de la tecnología no convencional, por ende la no apropiación social de la tecnología. Para evitar esto, se dotó de los repuestos necesarios a los filtros deteriorados para ponerlos en uso nuevamente. Por lo tanto se puede afirmar que la calidad o eficiencia de la tecnología es un factor muy importante

en el proceso de generación de la apropiación social, el cual debe ser considerado desde el primer momento del proceso de intervención.

En todo proceso de selección de alternativas tecnológicas y metodológicas se debe tener en cuenta el contexto donde estas se aplicaran o implementaran, en la presente investigación se realizó el análisis del sistema ambiental teniendo una visión de socioecosistema, herramienta indispensable para integrar los aspectos: naturales, sociales, culturales e institucionales sobre la base del territorio, la cual permitió identificar criterios integrales para la adecuada búsqueda y selección de alternativas orientadas a satisfacer las necesidades del sistema social con la optimización del aprovechamiento de los recursos naturales y la articulación de las instituciones. De esta manera desde las Ciencias Ambientales se logró realizar una intervención integral en el área de saneamiento básico, brindando una visión más amplia de la problemática asociada al consumo de agua de mala calidad y de la búsqueda de su solución de manera conjunta con la comunidad.

Se recomienda seguir realizando investigaciones orientadas a la búsqueda de factores que permitan generar la apropiación social de tecnologías no convencionales de tratamiento del agua a nivel domiciliario, empleando otras tecnologías más eficientes, ya que la eficiencia y calidad de la tecnología resulta ser un factor clave en la adopción o rechazo de una tecnología.

A través de la experiencia obtenida durante la implementación del proyecto de investigación, se fortaleció la estrategia de intervención rural diseñada para el Departamento de Nariño, por el Plan Departamental del Agua PAP-PDA Nariño, para atender a poblaciones rurales que no pueden atenderse desde los sistemas convencionales de abastecimiento y tratamiento del agua para consumo humano, generando una estructura metodológica de intervención que se ha replicado en varias poblaciones del Departamento de Nariño. Como evidencia de lo anterior, se ha

posicionado el tema en el Plan Departamental de Desarrollo, “Nariño Corazón del Mundo 2016-2019”, en el cual dentro del programa Agua Potable y Saneamiento Básico, se encuentra estructurado el Subprograma “Intervención para las zonas rurales con sistemas no convencionales”, el cual permitirá cofinanciar la ejecución de proyectos con entidades académicas, gubernamentales del orden municipal y nacional, comunidades indígenas y ONGs.

Los resultados tanto parciales como finales de la presente investigación se han socializado en diferentes escenarios, cabe resaltar los siguientes: Comités Directivos No. 31 y 34 del PAP-PDA Nariño, en el primero se logró incluir por primera vez en el PGEI 2016-2019 y en el PAEI 2016 dentro del plan de gestión social, el programa “Khuyayaku”, con el cual se pretende atender a las comunidades rurales e indígenas del Departamento de Nariño mediante la implementación de soluciones no convencionales de saneamiento básico acompañadas de procesos de investigación, en el segundo, se gestionaron e incorporaron al presupuesto del PAP-PDA Nariño recursos de entidades como la Cancillería para fortalecer el programa “Khuyayaku” en el 2017, destacando que debido a las acciones desarrolladas de manera conjunta entre PAP-PDA Nariño y la Universidad de Nariño, actualmente se ha consolidado la línea de investigación de sistemas no convencionales para mejorar la calidad del agua en el grupo de investigación PIFIL del programa de Ingeniería ambiental de esta Universidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Pasto. (2014) *Diseño de alcantarillado pluvial y sanitario de El Encano centro, corregimiento de El Encano - Municipio de Pasto*. Pasto.
- Ávila, Y., y Plaza, J. S. (s.f.). (2009) Comparación y diseño de acueducto con el método tradicional y modelos digitales en el Resguardo Nazaret de la comunidad tikuna, Amazonas., (pág. 42).
- Asensio, L. A. B., Eguíbar, J. L., y Afonso, C. M. (2012). Aportes del DRP (diagnóstico rural participativo) a las metodologías participativas y aplicación a la gestión de los recursos naturales en la Gomera.
- Bacca, S., y Yela, D. (2015) *Implementación de un humedal de flujo subsuperficial con lecho adsorbente para la depuración de aguas residuales en la vereda El Motilón, corregimiento de El Encano, Nariño*. Universidad Mariana, Pasto, Colombia.
- Barriga, M., Campos, J. J., Corrales, O. M., y Prins, C. (2007). Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelo, cuencas hidrográficas y corredores biológicos. *Diez experiencias en cinco países latinoamericanos*. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Bolaños, L., y Narváez, G. (2015) *Estrategias de gobernanza ambiental, para mejorar el acceso de agua para consumo humano en la Vereda Motilón, Corregimiento del Encano, municipio de Pasto*. Universidad Mariana, Pasto, Colombia.
- Brenner, L. (2010). Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Revista mexicana de sociología*, 72(2), 283-310.
- Camacho, V., y Ruiz, A. (2011). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Biociencias*, 1, 15.

Camou, A., (2007) *Estudio preliminar y compilación. Los desafíos de la Gobernabilidad*. México, citado por: Mayorga, F., Córdova, E., *Gobernabilidad y gobernanza en América Latina. Ginebra, SZ.*

Casañ, A. (2013). *La decisión multicriterio: aplicación en la selección de ofertas competitivas en edificación* (Tesis de máster) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29371/La%20Decisi%F3n%20Multicriterio%3B%20Aplicaci%F3n%20en%20la%20Selecci%F3n%20de%20Ofertas%20Competitivas%20en%20Edificaci%F3n%20.pdf?sequence=1>

Castells, M., (2012) *Globalización, identidad y estado en américa latina. Ministerio Secretaría General de la Presidencia y Programa para las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Santiago de Chile, citado por: Zuluaga, L., Mosquera, J., Gómez, E., Peñalosa, Javier., *Construcción colectiva de políticas públicas para el desarrollo humano sostenible*. Artículo Luna azul. Colombia, p.2. ISSN 1909-74.

Centurión, C., Samanez Carrillo, C., Pesantes, M. A., y Marinof, N. (2001). Metodologías participativas en educación sanitaria: Una adaptación de PHAST para comunidades rurales andinas del Perú. In *Metodologías participativas en educación sanitaria: Una adaptación de PHAST para comunidades rurales andinas del Perú*. Banco Mundial.

Cerámica Stefani (sf). Vela cerámica esterilizante. Recuperado de <http://www.ceramicastefani.com.br/espanhol/acessorio-stefani/acessorio/3/vela-ceramica-esterilizante>

Corporación Autónoma de Nariño. (2010) *Implementación de tecnologías para evitar la deforestación sobre el bosque protector y optimización del uso de los recursos naturales,*

*en las cuencas hidrográficas de los Ríos Guitara, Mayo, Juanambú, Guamuéz y Guiza.*  
Colombia, CORPONARIÑO.

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2009) *Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Microcuenca La Pila Municipio de Pasto.* Colombia CORPONARIÑO.

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2011) *Subdirección De Intervención Para La Sostenibilidad Ambiental Plan de Manejo Ambiental Integral Humedal Ramsar Laguna De La Cocha.* Colombia, p.54.

Corporación Autónoma de Nariño. (2014) *Implementación de alternativas para evitar la deforestación y mitigación del riesgo en áreas de alta significancia ambiental en el Humedal RAMSAR Laguna de la Cocha en el Departamento de Nariño: Prosperidad para todos.* Colombia.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2012) *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia 2010-2011.* Bogotá D.C., Colombia.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2010) *Experiencia de Colombia sobre servicios públicos Domiciliarios: agua potable y saneamiento básico.* Colombia..

Convención de RAMSAR Sobre Los Humedales. (2015) *Informe Nacional sobre la Aplicación de la convención de RAMSAR sobre los Humedales: Informes Nacionales que se presentaran a la 12a Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes.* Uruguay.

Criollo, J. y Villota, C. (2016) *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal 1989-2012 en la Subcuenca Motilón, corregimiento del Encano, municipio de Pasto.* Universidad Mariana, Pasto, Colombia.

Deininger, R. A., Skadsen, J., Sanford, L., & Myers, A. G. (1998). Ozono. In *Simposio sobre Calidad del Agua: Desinfección Efectiva* (pp. 1-15). CEPIS/OPS.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2005). *Censo general 2005, Nivel Nacional*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/censos/libroCenso2005nacional.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2009) “metodología línea base de indicadores”, Bogotá D.C. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/se11n/planificacion/metodologia/metodologia\\_indicadores.pdf](https://www.dane.gov.co/files/se11n/planificacion/metodologia/metodologia_indicadores.pdf)
- Delgado, A., y Romero, I. (2015). Selección de un método para la evaluación del impacto social usando AHP Selection of a method for social impact assessment using AHP. *Revista ECIPerú Volumen, 12(1)*.
- Delgado, L. E., Bachmann, P. L., y Oñate, B. (2007). Gobernanza ambiental: una estrategia orientada al desarrollo sustentable local a través de la participación ciudadana. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA, 23(3)*, 68-73.
- Douglas, N., (1995) . *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. Fondo de cultura económica. México. p.78.
- Drinking Water Organization (2003). *El agua potable es segura es esencial*. Recuperado de [http://www.drinking-water.org/flash/es/water.html?\\_1\\_00\\_00](http://www.drinking-water.org/flash/es/water.html?_1_00_00)
- Franz, A. (2005). *A performance study of ceramic candle filters in Kenya including tests for coliphage removal* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Garces, E., (2014). *Biología virtual*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Recuperado de [www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/html/descripcion.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/html/descripcion.html).

Google Maps (2017). Recuperado de <https://www.google.es/maps/dir/1.1625141,-77.1560217/Pasto,+Nari%C3%B1o,+Colombia/@1.1149532,7.1906746,4519m/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m0!1m5!1m1!1s0x8e2ed48761b92a73:0x44a368566cc3a522!2m2!1d-77.285787!2d1.2058837>

Granada, E. G.(16 de Junio de 2014). *Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.* .

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2000) Estudio Nacional del Agua.

IDEAM, (2010) *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE LandCover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto Departamental de Salud de Nariño (2015). *Informe de vigilancia de la calidad del agua año 2015.*

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014) *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Nariño. Capítulo III, descripción de los suelos.*

Kiss, K., & Bräuning, A. (2008) *Funcionalidad de un Bosque Tropical Húmedo de Montaña del sur de Ecuador: diversidad de procesos dinámicos y uso potencial desde una visión ecosistémica.* Ecuador.

López Bernal, O., y Bernal, O. L. (2010). *Planeamiento urbano sostenible para la adaptación al cambio climático: estudios de caso Canadá-Colombia* (No. Doc. 26981) CO-BAC, Bogotá).

López Delgado, L., & Schiffer, A. (2012). Manual de Requerimientos Mínimos para Intervenciones en Agua, Saneamiento e Higiene en Emergencias. In *Manual de Requerimientos Mínimos para Intervenciones en Agua, Saneamiento e Higiene en Emergencias.*

- Martínez, J., López, E., y López, R. (2013). Metodología de evaluación de tecnologías apropiadas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México D.F.: IMTA. Coordinación de Comunicación, Participación e Información. Subcoordinación de Participación Social.
- Meierhofer, R., & Wegelin, M. (2003). Desinfección solar del agua. *Guía de aplicación*. Lima, Perú: AGUASAN/COSUDE. Recuperado de: [http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente\\_material/manual\\_s.pdf](http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_s.pdf).
- Méndez Fajardo, S., Pazo Gutiérrez, M. O., Romero Picón, Y., y Pérez Muzuzu, B. C. (2011). Metodología para la apropiación de tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 8(66), 153-176
- Melguizo, S. (1994) *Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de abasto en las edificaciones.*” Centro de Publicaciones Universidad Nacional Medellín, 318-326.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Viceministro de Agua y Saneamiento. (2010). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y saneamiento Básico RAS*. Títulos B y J.
- Mosquera, J. (2012). Fortalecimiento de la estrategia regional para la gobernabilidad en frontera desde la prospectiva territorial, módulo 3. Sistemas y esquemas de planificación prospectiva territorial.
- Mosquera, J., Zuluaga, L., Carvajal, G., y Peñalosa, J. (2012). Construcción colectiva de políticas públicas para el desarrollo humano sostenible. *Luna Azul*, (35), 116-148.
- Neef, M., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (2012) Desarrollo a escala humana, una opción para el futuro—CEPAUR. Santiago de Chile, citado por: Mosquera, J. *Fortalecimiento de la estrategia regional para la gobernabilidad con perspectiva en la participación: diplomado en desarrollo regional y participación para la gobernabilidad en frontera desde la*

*prospectiva territorial, módulo 3. Sistemas y esquemas de planificación prospectiva territorial.* Colombia.

North, D. (2004). Lo que se necesita en América Latina es crear instituciones que produzcan crecimiento. *entrevista a Douglas North en Perspectiva. Revista Latinoamericana de Política, Economía y Sociedad*, (5), 31-34.

Orozco, C S., Valverde, B. R., Flores, R. A., Sánchez, L. J., Chulim, N. E., Olvera, B. V. P. y Guerra, M. M. (2009). Impacto del conocimiento tecnológico sobre la adopción de tecnología agrícola en campesinos indígenas de México. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 34(8), 551-555.

Organización Mundial de la Salud (2015). Agua. Nota Descriptiva N° 391. p.1, 2.

Ortíz, W. R. (2013). *Síntesis metodológica transdisciplinaria en síntesis complejos*. Obtenido de <http://rcci.net/globalizacion/2013/fg1573.htm>

Osorio, C., y Espinosa, S. (2011). *Participación comunitaria en los problemas del agua*. Cali : Universidad del Valle.

Osorio, C., y Espinosa, S. (s.f.). *Participación comunitaria en los problemas del agua*.

Otero, L. M., Mosquera, J., Carvajal, E. R., y Peñalosa, J. F. (2012). Construcción colectiva de políticas públicas para el desarrollo humano sostenible. *Artículo Luna Azul*(35), 2.

PAP-PDA Nariño (2016). Plan genera estratégico de inversiones PGEI 2016-2019, PAP-PDA Nariño.

PAP-PDA Nariño (2017). Plan anual estratégico de inversiones PAEI 2017, PAP-PDA Nariño.

- Pérez A., Díaz J., y González G. (2014). Estudio comparativo de dos sistemas de filtración casera para el tratamiento de agua para consumo humano. *Ingenium*, 8(22), 11-20.
- Pérez, A., Torres, P., y Cruz, C. (2009). Planes de seguridad del agua. Fundamentos y perspectivas de implementación en Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 29(3), 79-85.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014) *Zonificación de cuencas hidrográficas áreas de conservación y restauración, priorizadas por la comunidad en el Corregimiento El Encano*. Pasto, Colombia.
- Rodríguez, F. P., y Alboreca, A. R. (2012). MPC 2.0©, software para la aplicación del método AHP de toma de decisiones multicriterio. *Recursos Rurais*, (7).
- Romero, R. (2016). Adopción social de tecnologías en agua y saneamiento “Conceptos y herramientas para el logro de soluciones efectivas”. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México D.F.: IMTA. Coordinación de Comunicación, Participación e Información. Subcoordinación de Participación Social.
- Rojas, J. (2012). Sistema Nacional de certificación ambiental municipal: Departamento de gestión ambiental local, división de educación ambiental, ministerio de medio ambiente. *Certificado Ambiental Municipal*, 11.
- Rojas, R., y Guevara, S. (2000). Filtros de mesa.
- Saaty, T. L. (1997). *Toma de decisiones para líderes: el proceso analítico jerárquico, la toma de decisiones en un mundo complejo*. RWS.
- Sánchez Martínez, P., y Casas Cruz, H. M. (2010). Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia.
- Sawyer, R., Wood, S., & Simpson-Hébert, M. (1999). Guía paso a paso para el PHAST: un enfoque de participación para el control de enfermedades diarreicas. En OMS. Ginebra.

Smith, T., & Robert, S. (2007). *Ecología* (Sexta edición ed.). Valencia, España.

Sobsey, M. D. (2002). *Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply*. Geneva: World Health Organization.

UNATSABAR. (2003). Filtro de mesa con velas de cerámica y prefiltro de arena. Guía de construcción, operación y mantenimiento.

Wright, H. B., & Cairns, W. L. (1990). Luz ultravioleta. *Canadá. Extraído el, 23*.

Zafra, A. S. (2008). Efectos de los trihalometanos sobre la salud. *Hig. Sanit. Ambient*, 8,280-285

# APÉNDICES

## Apéndice A. Cartografía Subsistema Natural

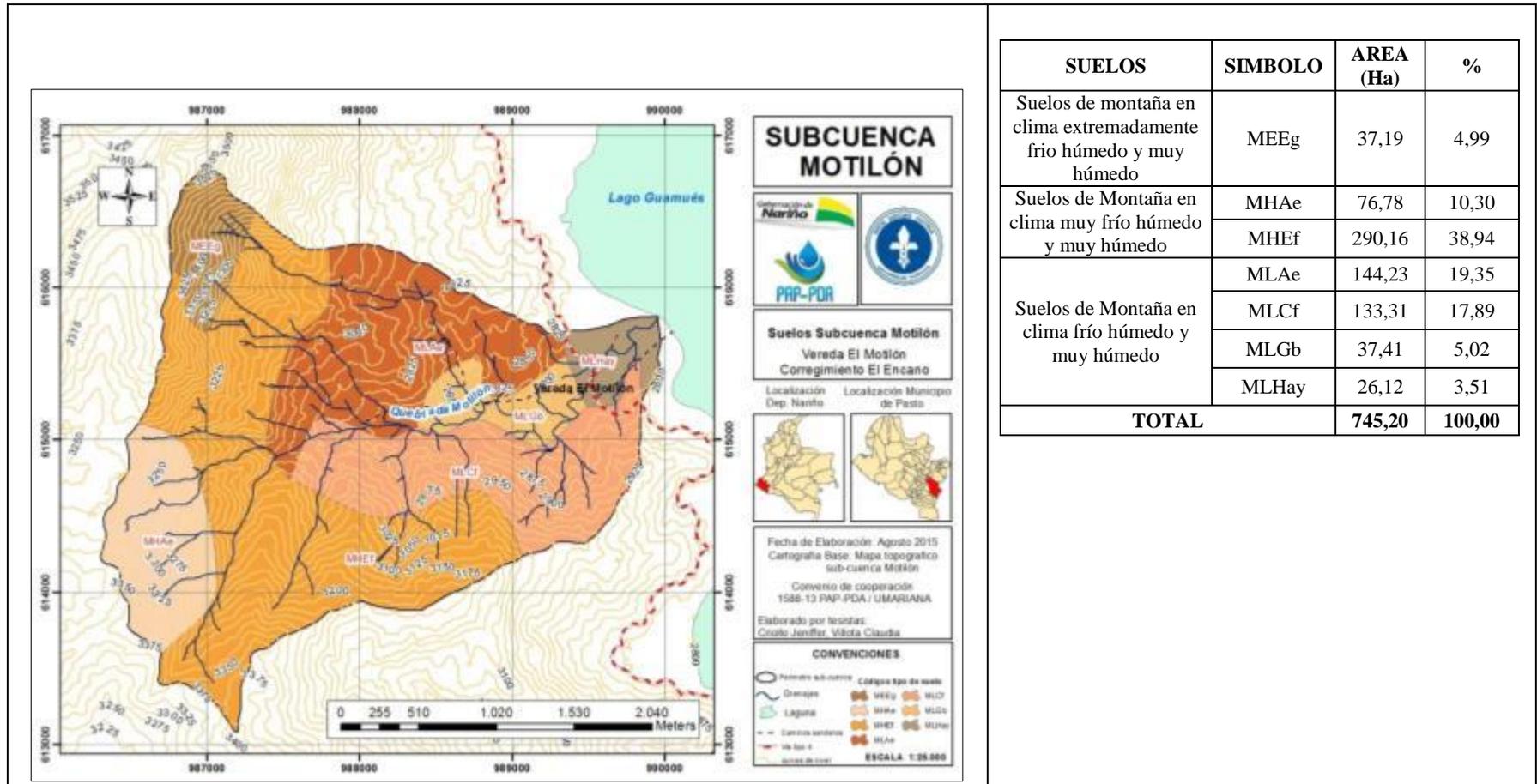


Figura 1. Distribución de los suelos en la Sub-cuenca Motilón. Suelos Sub-cuenca Motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano  
Fuente: Criollo y Villota (2016).

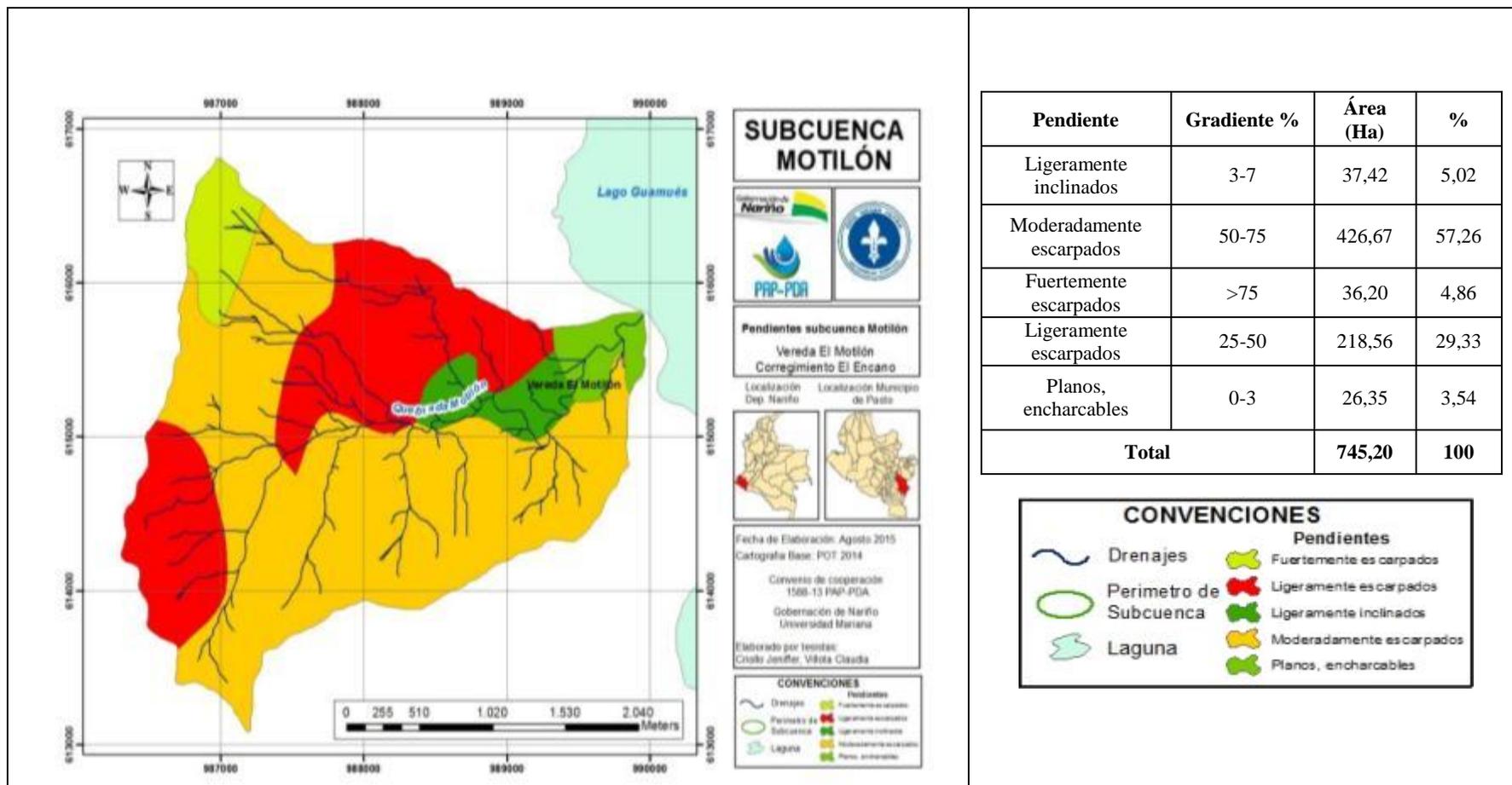


Figura 2. Pendientes Sub-cuenca Motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano  
 Fuente: Criollo y Villota (2016)

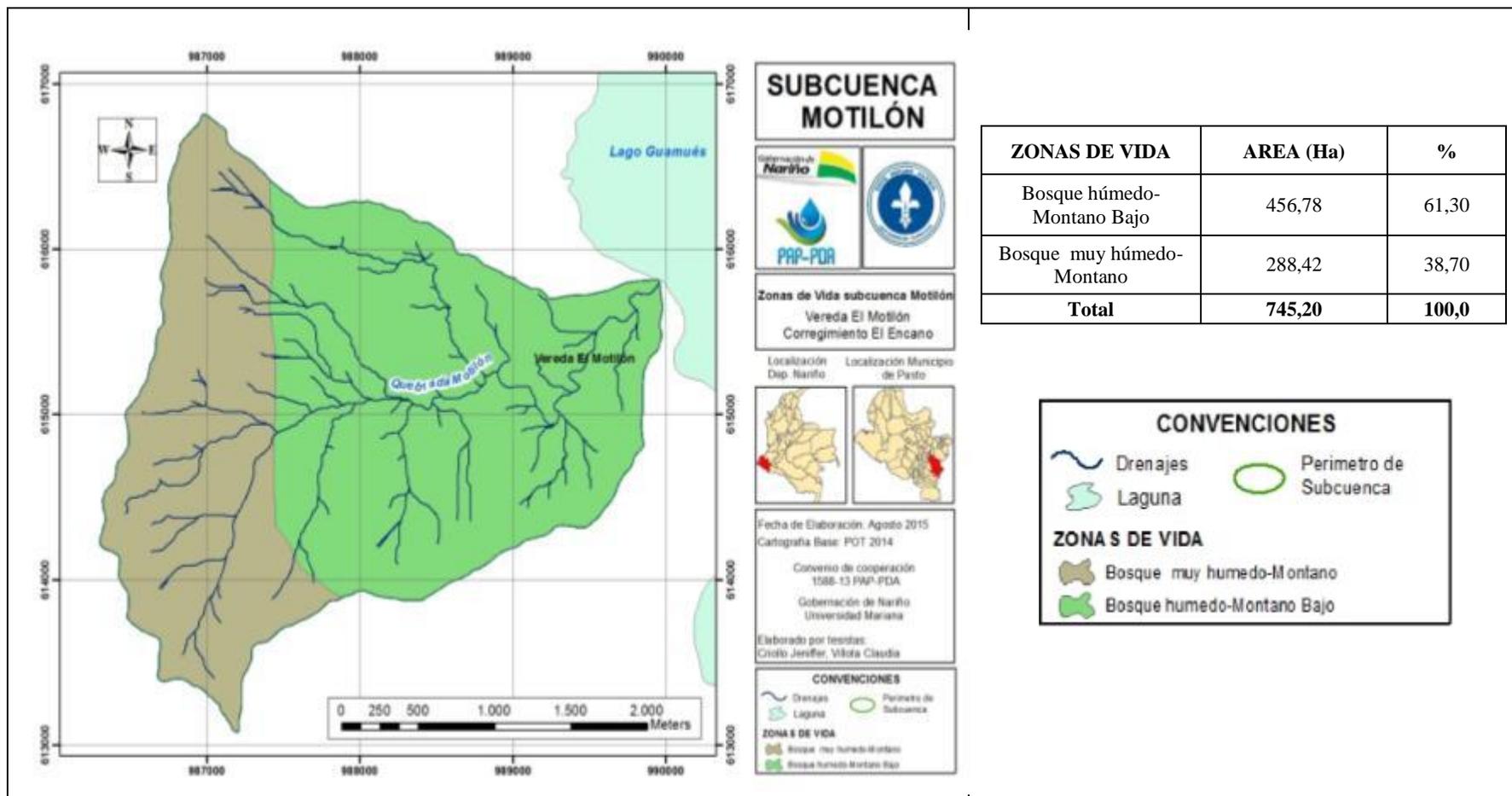
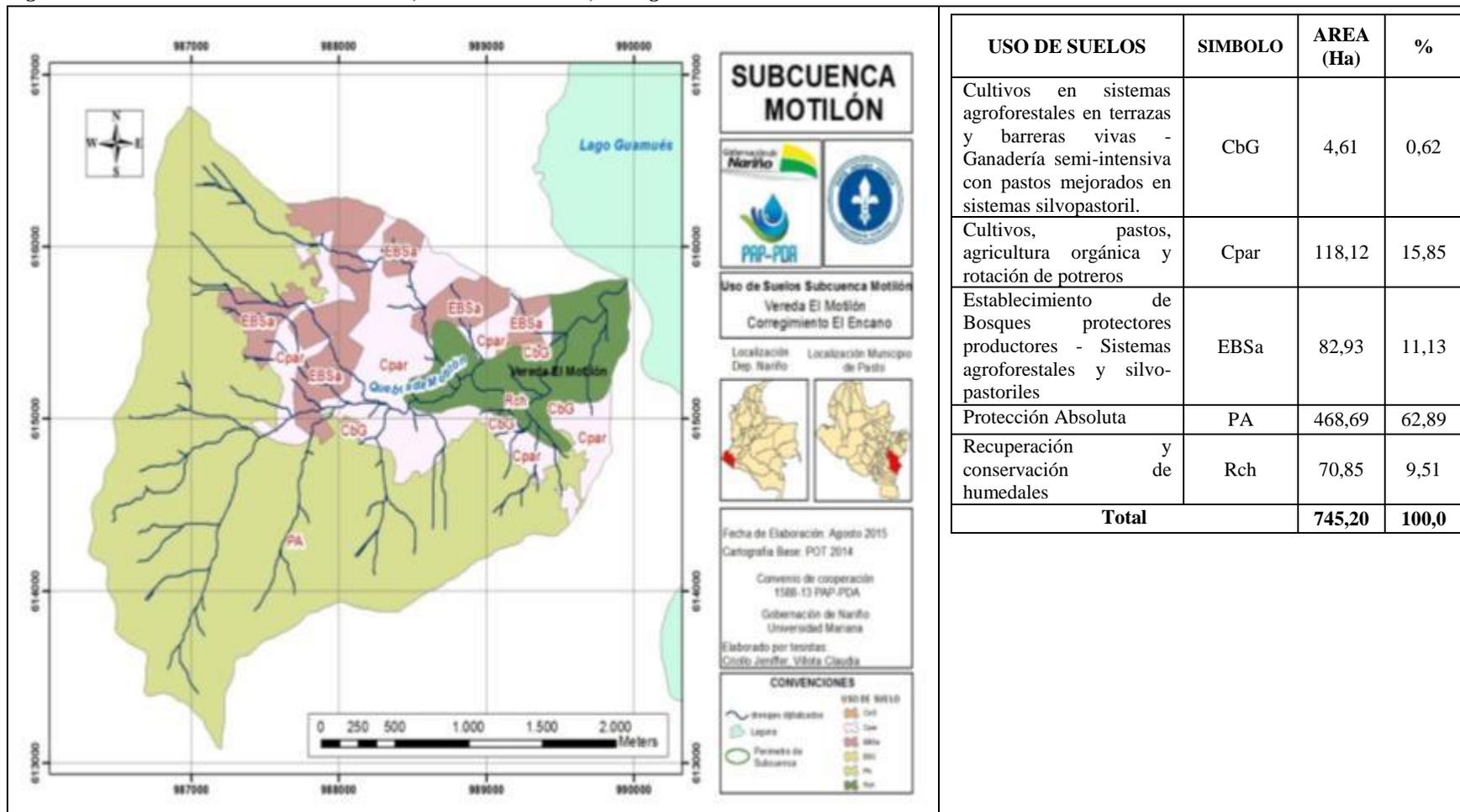


Figura 3. Zonas de vida Sub-cuenca Motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano. En la zona de estudio las zonas de vida se dividen en dos, Bosque húmedo-Montano Bajo y Bosque muy húmedo-Montano. Fuente: Criollo y Villota (2016).

Figura 4. Uso del suelo Sub-cuenca Motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano.



Fuente: Criollo y Villota (2016).

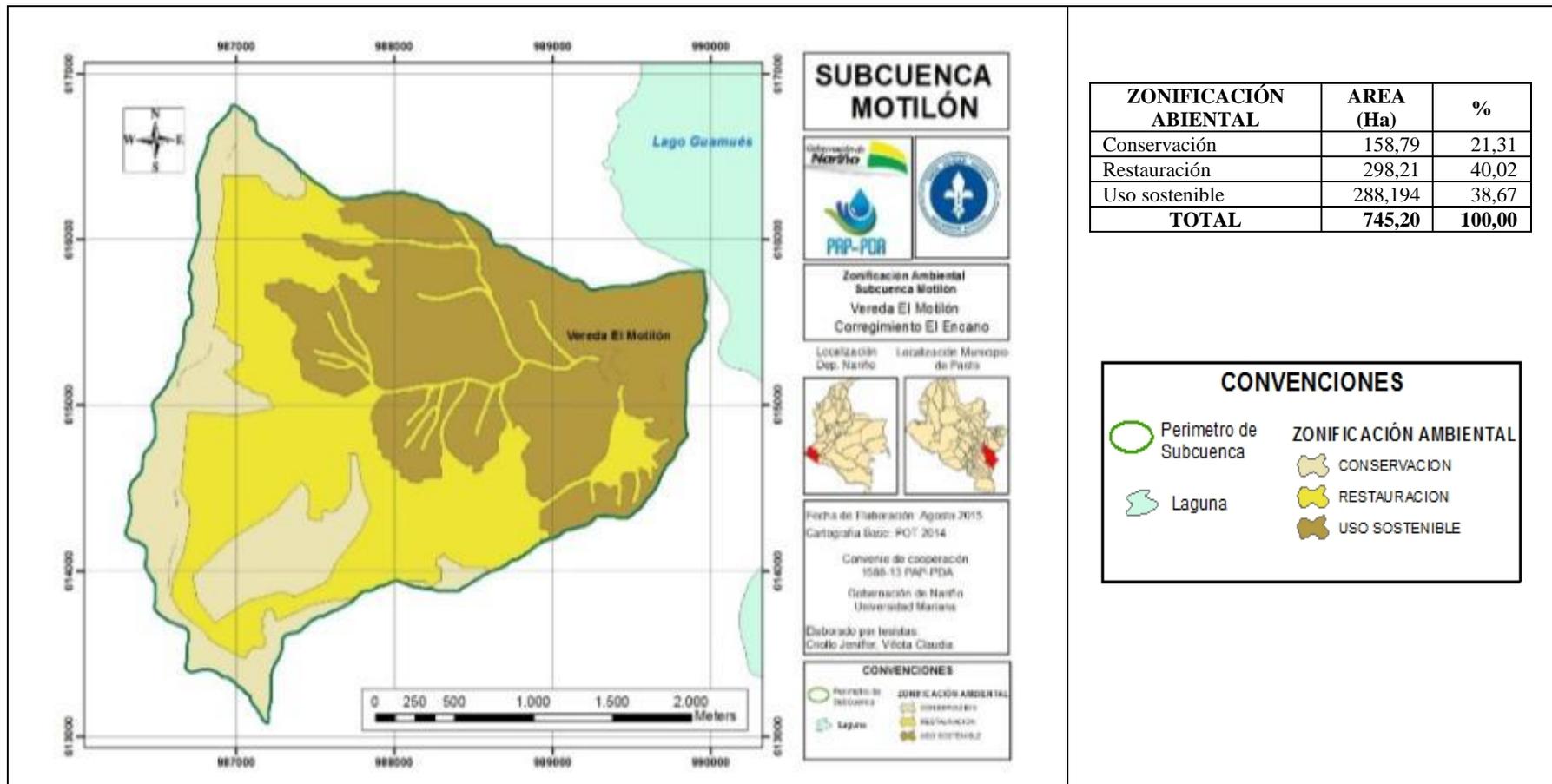
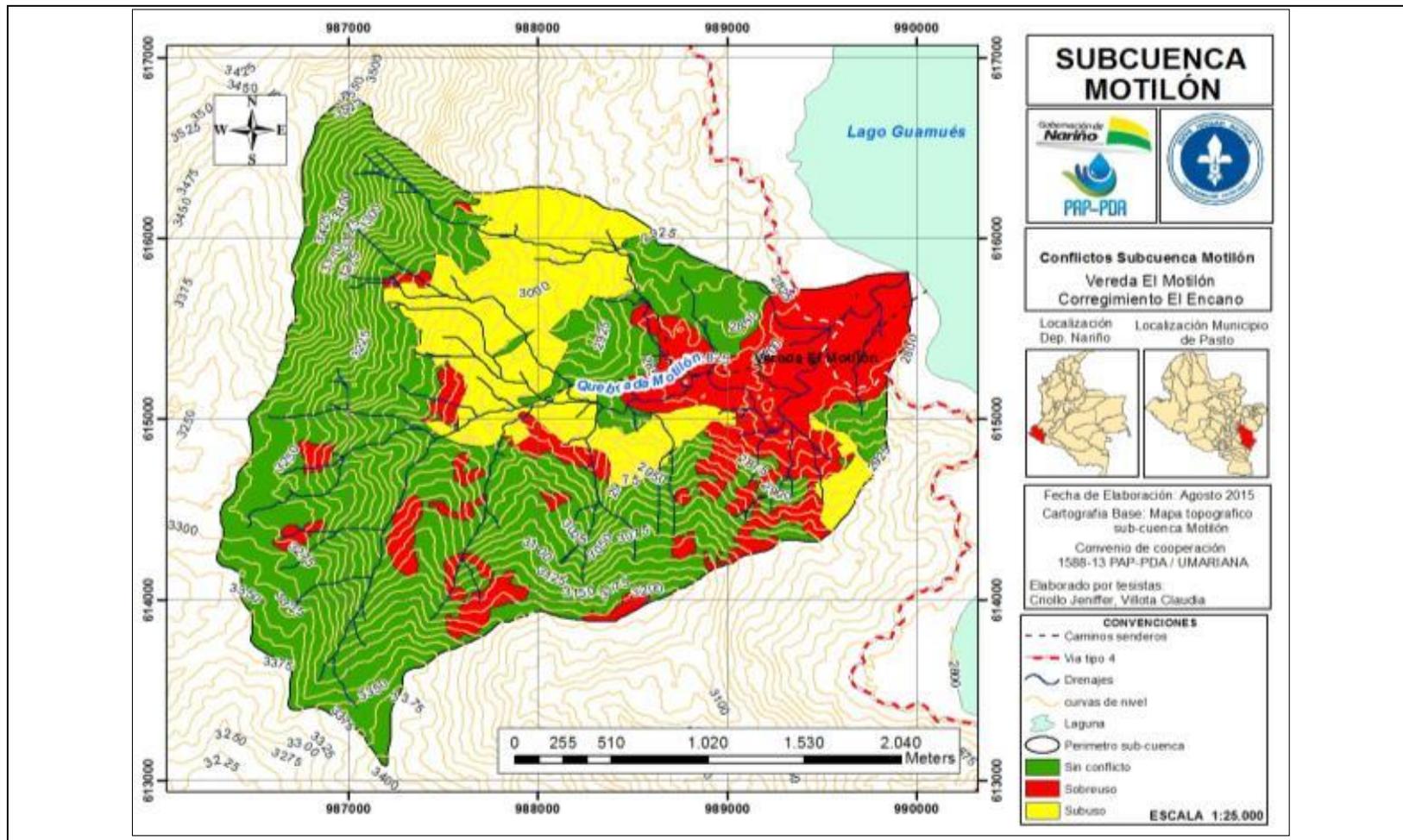


Figura 5. Zonificación Ambiental Sub-cuenca Motilón, vereda El Motilón, corregimiento El Encano.  
Fuente: Criollo y Villota (2016).



**Figura 6. Conflictos por uso del suelo Sub-cuenca Motilón**  
Fuente: Criollo y Villota (2016).

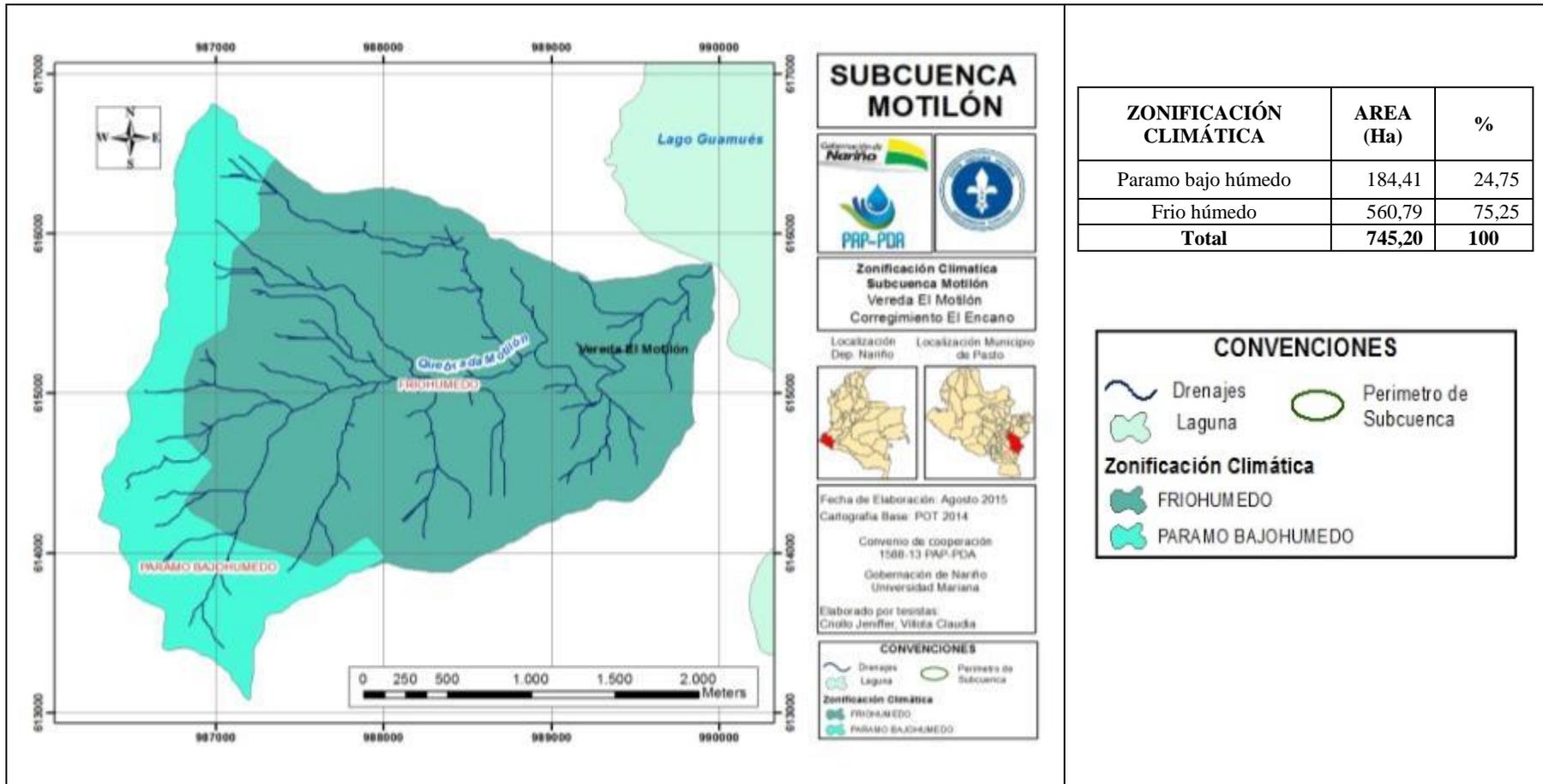


Figura 7. Zonificación Climática sub-cuenca Motilón.

Fuente: Criollo y Villota (2016).

## Apéndice B. Ficha de Censo Sanitario

### I. ASPECTOS GENERALES

Código de encuesta: \_\_\_\_\_

Responsable de la Evaluación: \_\_\_\_\_

Primera Evaluación: día \_\_\_\_ mes \_\_\_\_ año \_\_\_\_ Temporada Climatológica: Lluvia  Verano

Nombre propietario o habitante de la vivienda (Jefe de hogar): \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

### CARACTERIZACION SOCIO FAMILIAR

#### 1. Identificación miembros cabeza de familia

Nombres y Apellidos	C.C./I.D.	Sexo	Edad	Parentesco	Nivel Educativo	Ocupación Actual
Tipo de Familia (marca con una X)	<input type="checkbox"/> Nuclear	<input type="checkbox"/> Extensa	<input type="checkbox"/> Mono parental			

#### 2. Composición familiar por grupos etáreos

Rango de edades	Sexo	
	Hombre	Mujer
0 – 59 meses		
5 - 12 años		
12 – 18 años		
18 – 60 años		
> 60		
Total		

3. Tipo de población	<input type="checkbox"/> Desplazado	<input type="checkbox"/> Campesino
	<input type="checkbox"/> Indígena	<input type="checkbox"/> Otro
4. Principal actividad económica o fuente de ingresos?	<input type="checkbox"/> Agricultura ¿Qué productos?	<input type="checkbox"/> Ganadería ¿Qué productos?
	<input type="checkbox"/> Comercio	<input type="checkbox"/> Turismo
		<input type="checkbox"/> Acuicultura (cultivo de truchas)  Otros (cuales)

	¿Qué productos?	¿Qué servicios?	
--	-----------------	-----------------	--

## II. CONDICIONES GENERALES DE LA VIVIENDA

PREGUNTA	PRIMERA EVALUACION	PREGUNTA	PRIMERA EVALUACION
1. La vivienda es:	<input type="checkbox"/> Propia <input type="checkbox"/> Arrendada <input type="checkbox"/> Prestada <input type="checkbox"/> Otro	2. Tipo de vivienda	<input type="checkbox"/> Albergue <input type="checkbox"/> Rancho <input type="checkbox"/> Casa de madera <input type="checkbox"/> Casa en madera mejorada <input type="checkbox"/> Casa en material <input type="checkbox"/> Casa en material mejorada <input type="checkbox"/> Otro
3. El techo de la vivienda se compone mayormente de:	<input type="checkbox"/> Zinc <input type="checkbox"/> Fibro cemento (eternit) <input type="checkbox"/> Teja de barro <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Reciclaje <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Otro	4. Área de la vivienda en m <sup>2</sup>	Área Construida: _____ m <sup>2</sup>  Área Disponible: _____ m <sup>2</sup>

## III. ACCESO AL AGUA

PREGUNTA	PRIMERA EVALUACION	OBSERVACIONES
5. La fuente de abastecimiento de agua es:	<input type="checkbox"/> Rio <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Aljibe /pozo <input type="checkbox"/> Chúquia / Humedal <input type="checkbox"/> Acueducto <input type="checkbox"/> Lluvia <input type="checkbox"/> Otro	La pregunta se puede responder con varias respuestas ya que en las viviendas se puede presentar el caso de que la familia encuestada utilice diferentes fuentes de abastecimiento para su consumo
6. Existe continuidad en el suministro de agua	<input type="checkbox"/> Si existe <input type="checkbox"/> Muchas veces <input type="checkbox"/> Pocas veces <input type="checkbox"/> No existe	<b>Si existe:</b> (entrega sin interrupción del servicio de agua)  <b>Muchas veces:</b> (mínimo 2 veces al mes de suspensión al servicio)  <b>Pocas veces:</b> (una semana al mes de suspensión al servicio)  <b>No existe:</b> (cuando el servicio se suspende 15 días al mes)
7. Disponibilidad de agua para consumo (beber, cocinar, higiene personal, y domestica) en L/Hab/día	<input type="checkbox"/> 0 a 10 <input type="checkbox"/> 10 a 20 <input type="checkbox"/> 20 a 50 <input type="checkbox"/> > 50	Disponibilidad hace referencia a la cantidad de agua que tiene para gastar o usar en un momento determinado de consumo

8. El almacenamiento de agua se realiza en:	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Ollas <input type="checkbox"/> Recipiente plástico <input type="checkbox"/> Recipiente metálico <input type="checkbox"/> Tanque en cemento <input type="checkbox"/> Otro	La pregunta se puede responder con varias respuestas ya que en las viviendas se utilizan diferentes recipientes de almacenamiento
9. La vivienda cuenta con instalaciones intradomiciliarias?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
10. Estado de las instalaciones intradomiciliarias?	<input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo	
11. La capacidad de almacenamiento de los recipientes en litros es:	<input type="checkbox"/> 0 a 10 <input type="checkbox"/> 10 a 20 <input type="checkbox"/> 20 a 50 <input type="checkbox"/> > 50	
12. el estado de los recipientes de almacenamiento es:	<input type="checkbox"/> Adecuado <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> No adecuado	Adecuado: relativamente nuevo, sin rajaduras ni fisuras, de material inerte, no toxico, durable, de preferencia liviano, con tapa en buen estado y preferiblemente con dosificador
13. Cantidades de uso de agua	<input type="checkbox"/> Uso doméstico : <input type="checkbox"/> Uso en agricultura y/o ganadería: <input type="checkbox"/> Uso industrial/comercial:	<b>Doméstico:</b> higiene personal, limpieza, alimentación.  <b>Agricultura y/o ganadería:</b> riego de campos, alimentación para animales, limpieza entre otros  <b>Industrial:</b> proceso de fabricación de productos, construcción, talleres.
14. tipo de tratamiento que le hacen al agua de consumo	<input type="checkbox"/> Cloración <input type="checkbox"/> Sedimentación <input type="checkbox"/> Hervido <input type="checkbox"/> Filtración <input type="checkbox"/> Asoleo <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Ninguno	La pregunta se puede responder con verlas respuestas ya que en las viviendas se puede presentar el caso en el cual se combinen diferentes procesos de tratamiento para mejorar la calidad del agua

#### **V. SANEAMIENTO**

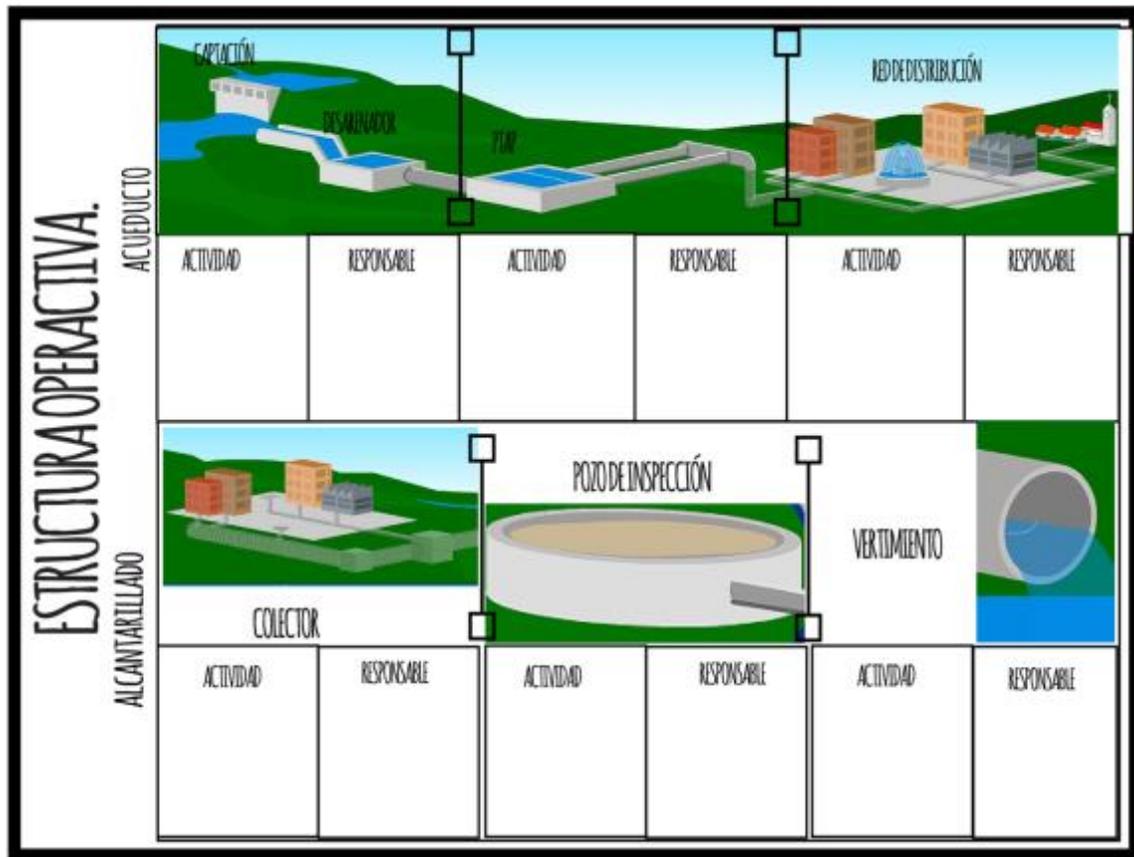
<b>PREGUNTA</b>	<b>PRIMERA EVALUACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
15. Donde realiza las necesidades fisiológicas la mayoría del tiempo?	<input type="checkbox"/> Campo abierto <input type="checkbox"/> Fuente de agua <input type="checkbox"/> Taza sanitaria <input type="checkbox"/> Sanitario convencional <input type="checkbox"/> Letrina de hoyo <input type="checkbox"/> Otro	La pregunta se puede responder con varias respuestas ya que en las viviendas se puede presentar el caso de que la familia encuestada utilice diferentes lugares para la disposición de excretas
16. El destino final de las excretas :	<input type="checkbox"/> Campo abierto <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Cuerpo de agua <input type="checkbox"/> Foso de absorción <input type="checkbox"/> Tanque séptico <input type="checkbox"/> Otro	La pregunta se puede responder con varias respuestas ya que en las viviendas se puede presentar el caso de que la familia encuestada utilice diferentes lugares para la disposición de excretas

17. El destino final de las aguas grises o de lavado son:	<input type="checkbox"/> Campo abierto <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Cuerpo de agua <input type="checkbox"/> Foso de absorción <input type="checkbox"/> Tanque séptico <input type="checkbox"/> Otro	La pregunta se puede responder con varias respuestas ya que en las viviendas se puede presentar el caso de que la familia encuestada utilice diferentes lugares para la disposición de excretas
18. El sistema de disposición final de excretas es:	<input type="checkbox"/> Adecuado <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> No adecuado	Adecuado: limpio, sin vectores de enfermedades presentes, sin contaminación elevada al medio ambiente, agradable, accesible de fácil mantenimiento, sin olores, sin riesgo a la salud de las personas
19. los recipientes para el almacenamiento de residuos sólidos son:	<input type="checkbox"/> Adecuado <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> No adecuados <input type="checkbox"/> No posee recipientes	Adecuado: de material resistente, de fácil mantenimiento, con tapa, liviano, que no permita migración de líquidos al exterior preferiblemente con agarradera, con capacidad para almacenar residuos durante máximo 4 días
20. Con cuales de los siguientes elementos o aparatos sanitario cuenta la vivienda	<input type="checkbox"/> Sanitario <input type="checkbox"/> Lavaplatos <input type="checkbox"/> Lavamanos <input type="checkbox"/> Lavadero <input type="checkbox"/> Ducha	Adecuado: de material resistente, de fácil mantenimiento, con tapa, liviano, que no permita migración de líquidos al exterior preferiblemente con agarradera, con capacidad para almacenar residuos durante máximo 4 días
21. Cuáles de las siguientes actividades, cree usted presenta un mayor consumo de agua en su familia:	<input type="checkbox"/> Limpieza de la vivienda <input type="checkbox"/> Aseo personal <input type="checkbox"/> Limpieza de alimentos y lavado de platos <input type="checkbox"/> Otras	Adecuado: de material resistente, de fácil mantenimiento, con tapa, liviano, que no permita migración de líquidos al exterior preferiblemente con agarradera, con capacidad para almacenar residuos durante máximo 4 días
22. El sistema utilizado para la disposición final de residuos sólidos:	<input type="checkbox"/> Recolección/relleno <input type="checkbox"/> Enterramiento domiciliar <input type="checkbox"/> Campo abierto /hueco <input type="checkbox"/> Cuerpo de agua <input type="checkbox"/> Quema <input type="checkbox"/> Reciclaje <input type="checkbox"/> otro	La pregunta se puede responder con varias respuestas ya que en las viviendas se puede presentar el caso de que la familia encuestada utilice diferentes lugares para la disposición de residuos sólidos
23. En el último mes su familia ha presentado algunas de las siguientes afecciones:	<input type="checkbox"/> Paludismo/dengue <input type="checkbox"/> Gripe <input type="checkbox"/> Afecciones en la piel <input type="checkbox"/> Irritación de los ojos <input type="checkbox"/> Parásitos <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Ninguna	La pregunta se puede responder con las respuestas
24. En el último mes en su familia se han presentado casos de diarrea:	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Si responde afirmativamente pase a las siguientes preguntas
25. en el último mes, cuántos niños de su familia (<5 años) han presentado diarrea	<input type="checkbox"/> 0 niños <input type="checkbox"/> 1 niño <input type="checkbox"/> 2 niños <input type="checkbox"/> + 3 niños <input type="checkbox"/> No hay niños en el hogar	Diarrea: más de tres deposiciones líquidas diarias
26. en el último mes, cuantos personas de su familia (>5 años) han presentado diarrea	<input type="checkbox"/> 0 personas <input type="checkbox"/> 1 persona <input type="checkbox"/> 2 personas <input type="checkbox"/> + de 3 personas	Diarrea: más de tres deposiciones líquidas diarias

27. las medidas que utiliza para tratar la diarrea son:	<input type="checkbox"/> Remedios caseros <input type="checkbox"/> Tomar suero <input type="checkbox"/> Ir al puesto de salud <input type="checkbox"/> Automedicación <input type="checkbox"/> Medicina tradicional <input type="checkbox"/> No toma ninguna medicina	Automedicación: uso de medicamentos de laboratorios
28. las medidas que utiliza para prevenir la diarrea son:	<input type="checkbox"/> Tratar el agua <input type="checkbox"/> Lavado de manos frecuente (en puntos críticos) <input type="checkbox"/> Lavado y manipulación adecuado de alimentos <input type="checkbox"/> Prácticas de higiene adecuadas (personal y en la vivienda) <input type="checkbox"/> Desparasitación <input type="checkbox"/> No toma ninguna medida	Lavado de manos en puntos críticos: después de ir al baño, antes de consumir alimentos, después de manipular animales, después de cambiar el pañal de un bebe, después de manejo de residuos.
29. como considera su estado de salud y el de su familia actualmente	<input type="checkbox"/> Saludable <input type="checkbox"/> No saludable	

Apéndice C. Fichas para la evaluación del modelo de Gobernanza Ambiental

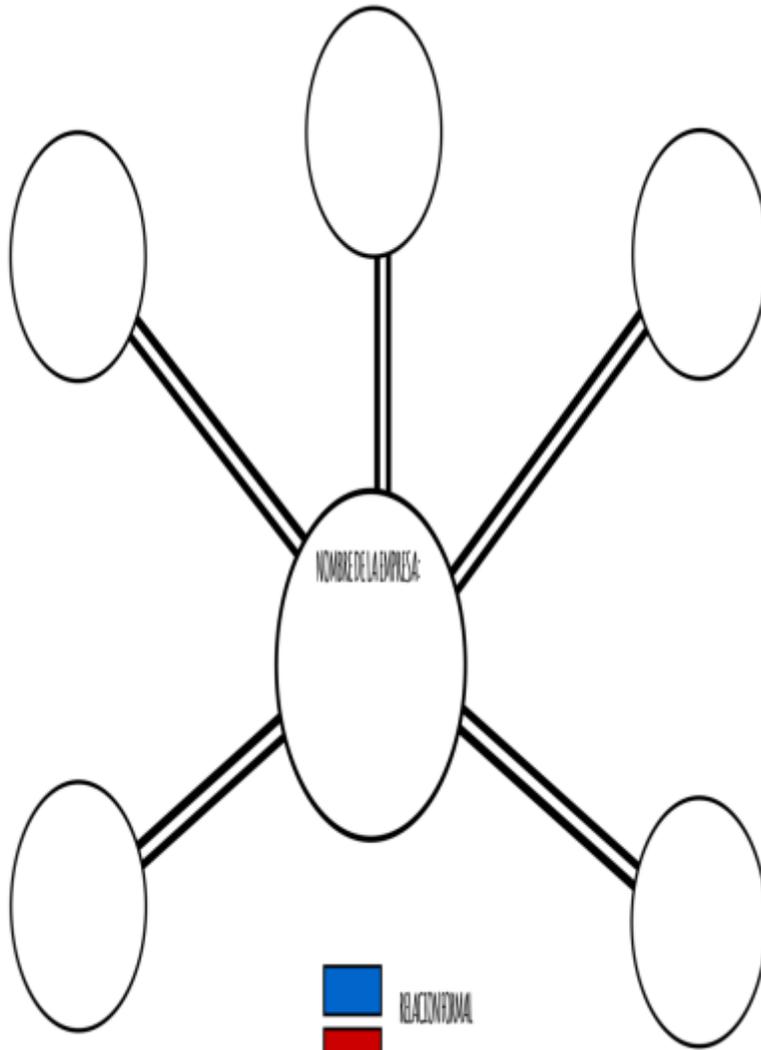
ORGANIZACIÓN		
HISTORIA	CUANDO INICIO:	
	QUIÉN LA FUNDO:	
	COMO SE ORGANIZÓ:	
TIPO DE ORGANIZACIÓN		
<pre>graph TD; D[DIRECCIÓN] --&gt; A[ADMINISTRATIVO]; D --&gt; O[OPERATIVO]; D --&gt; F[FINANCIERO]; A --&gt; AC[ACUEDUCTO]; O --&gt; AL[ALCANTARILLADO]; F --&gt; AS[ASEO];</pre>		



# PARTICIPACIÓN

NIVELES	DEFINICIÓN	SI/NO	COMENTARIOS
INFORMACIÓN	ES EL CONJUNTO DE DATOS, HECHOS Y MENSAJES A TRAVÉS DE LOS CUALES LOS PARTICIPANTES CONOCEN E INTERPRETAN UNA SITUACIÓN Y ADQUIEREN ELEMENTOS DE JUICIO PARA SU CONDUCTA.		
CONSULTA	ES EL PROCEDIMIENTO MEDIANTE EL CUAL LOS PARTICIPANTES OPTIMAN SOBRE TODOS O ALGUNO DE LOS ASPECTOS DE UN PROBLEMA O SITUACIÓN.		
INICIATIVA	ES LA FORMULACIÓN DE SUGERENCIAS POR INSTANCIA DE PARTE DE LOS AGENTES PARTICIPANTES DESTINADAS A RESOLVER UN PROBLEMA O TRANSFORMAR UNA SITUACIÓN.		
FISCALIZACIÓN	ES LA VIGILANCIA QUE EJERCE UNA PERSONA O GRUPO, SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE LAS DECISIONES TOMADAS.		
CONCERTACIÓN	ES EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE ADOPTAN O MÁS PERSONAJES O GRUPOS DE UNA COLECTIVIDAD DEFINEN LA SOLUCIÓN MÁS COMPLEMENTARIA PARA UN PROBLEMA Y LOS MEDIOS PARA EJECUTARLA.		
DECESIÓN	ES LA ADOPCIÓN DE UNA TAREA O DE UNA FORMA DE ACCIÓN SOBRE UN PROBLEMA, ESCOGIDA PARTIR DE LA FORMULACIÓN DE 2 O MÁS ALTERNATIVAS.		
AUTOGESTIÓN	ES LA ADMINISTRACIÓN AUTÓNOMA EN EL MANEJO DE RECURSOS DESTINADO A EFECTUAR ACCIONES PARA OBTENER EL RESULTADO UNO QUE DEFINITIVA SUPLEN LAS NECESIDADES DE LA COMUNIDAD ORGANIZADA.		

# ESTRUCTURA DE APOYO



# ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD

	AMBIENTAL	ECONÓMICO	SOCIAL	INSTITUCIONAL
FORTALEZAS				
DEBILIDADES				

## **Apéndice D. Balance Hídrico**

### **1.1 Dotación y consumo de agua en el sector centro de la vereda el Motilón, corregimiento del Encano, municipio de Pasto.**

#### **1.1.1 Oferta y demanda del recurso hídrico en la vereda Motilón.**

En el componente social las variables culturales, influyen las necesidades de consumo de los servicios ecosistémicos, para la presente investigación el análisis se centrará en el recurso hídrico. Por lo anterior a continuación se analiza la oferta y demanda de agua en la comunidad:

##### **1.1.1.1 Oferta.**

Para la determinación de la oferta se realizó un balance hídrico donde se adoptó la metodología según Thornthwaite, consultando los datos de la estación meteorológica. El Encano localizada dentro del área de influencia. Los datos meteorológicos de la estación corresponden a información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2013), abarcando un periodo de 22 años, desde el año 1991 hasta 2009, asumiendo los valores multianuales de la precipitación y temperatura que influyen en el régimen climático de la sub-cuenca.

Para poder llevar a cabo la fórmula de Thornthwaite, se comenzó tomando los valores de temperatura y precipitación para el periodo 1989 - 2012, iniciando con el mes de octubre y finalizando en el mes de septiembre de los valores multianuales mensuales de la estación Encano.

Para la elaboración del método de Thornthwaite, se tomó como referencia el punto GPS dentro de la sub-cuenca de latitud  $1^{\circ}06'52.15''N$ , siendo convertidos en grados decimales 1,11,

siendo este valor interpolado entre la latitud 0 y 10 a partir del cuadro de valores de  $k_a$  de Thornthwaite como lo indica el siguiente cuadro.

**Cuadro 1**

**Coefficiente de Thornthwaite para corrección de Etp según latitud y mes**

<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>1,04</b>	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,01
<b>1,036</b>	0,937	1,039	1,012	1,044	1,016	1,044	1,043	1,011	1,038	1,007	1,008
<b>1,00</b>	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
<b>0,95</b>	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1	0,93	0,91

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación del balance hídrico se elabora una tabla de datos con información recolectada de la estación Encano, incluyendo: los meses de un año, iniciando desde octubre hasta septiembre; de igual forma se toman los valores multianuales medios mensuales de precipitación y temperatura.

Con el orden de los meses mencionado anteriormente, se tuvo en cuenta los datos de temperatura para obtener el índice calórico de cada mes, donde se aplicó la siguiente fórmula:

$$i = \left( \frac{\text{temperatura de cada mes}}{5} \right)^{1,514}$$

**Fórmula 1**

Dónde:

**i:** índice de calor mensual

Seguido a esto se realiza la sumatoria de los doce meses del índice térmico para utilizar su total en la formula Etp 1(cm).

**Cuadro 2**  
**Índice calórico mensual (I)**

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Σ
I	3,76	3,76	3,76	3,81	3,72	3,44	3,12	3,07	3,29	3,67	3,91	3,91	43,22

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se procedió a determinar la evapotranspiración, para ello fue necesario definir la constante por medio de la siguiente fórmula:

$$a = \frac{1,6}{100} * I + 0,5 = 1,19$$

**I:** índice calórico mensual

Donde 1,6 y 100 son constantes. Este valor constante obtenido se aplicó en la siguiente formula de Etp:

$$Etp = 1,6 \left( \frac{10 * t}{43,22} \right)^{1,19}$$

**Fórmula 2**

**Dónde:**

**t:** temperatura °C mes

Los valores 1,6 y 10 son constantes de la formula, 43,22 valor de la sumatoria del índice calórico mensual como lo indica el cuadro 12. De esta manera se obtiene Etp en centímetros, por lo cual se multiplica por 10 para cambiarla a milímetros. La Etp corregida sale de multiplicar Etp y  $k_a$ . Así mismo se procedió al cálculo de la evapotranspiración, para luego obtener con el área de la sub-cuenca el caudal ofertado, como lo representa el cuadro 3.

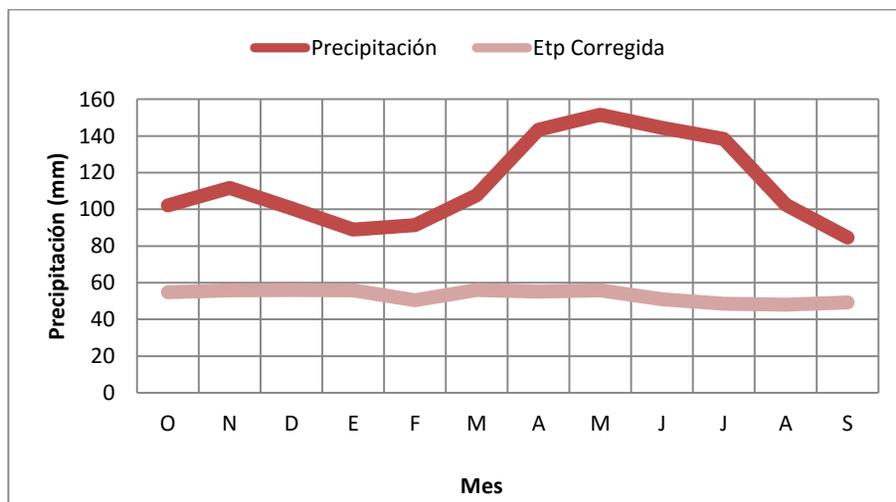
**Cuadro 3**

**Balance hídrico de la Sub-cuenca El Motilón, estación Encano.**

MES	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Indice Calorico Mensual (I)	Coefficiente (Ka)	Etp 1 (mm)	Etp Corregida (mm)	Etp (mm/día)	AGUA (Disposición)
OCTUBRE	102.1	11.8	3.67	1.038	52.87	54.87	1.77	47.23
NOVIEMBRE	111.6	12.3	3.91	1.007	55.54	55.91	1.80	55.69
DICIEMBRE	100.5	12.3	3.91	1.008	55.54	55.97	1.81	44.53
ENERO	88.9	12	3.76	1.036	53.94	55.86	1.80	33.04
FEBRERO	91.3	12	3.76	0.937	53.94	50.52	1.63	40.78
MARZO	107.7	12	3.76	1.039	53.94	56.04	1.81	51.66
ABRIL	143.4	12.1	3.81	1.012	54.47	55.14	1.78	88.26
MAYO	151.6	11.9	3.72	1.044	53.4	55.77	1.80	95.83
JUNIO	144.5	11.3	3.44	1.016	50.21	50.99	1.64	93.51
JULIO	138.4	10.6	3.12	1.044	46.53	48.60	1.57	89.80
AGOSTO	102.5	10.5	3.07	1.043	46.01	48.00	1.55	54.50
SEPTIEMBRE	84.6	11	3.29	1.011	48.63	49.17	1.59	35.43

Fuente: Elaboración propia

En la columna final de agua (Disposición) se refiere al agua que se encuentra excedente, que en algunos estudios la toman como Oferta cuando los valores no se encuentran en negativo, ya que si este fuera el caso (- Negativo) se interpreta como un Déficit, es decir que la Evapotranspiración excede la precipitación haciendo que las corrientes de agua disminuyan en caudal o hasta puedan llegar a Secarse (Disminución de reservas de Agua).



**Gráfica 1. Precipitación vs Etp-Estación El Encano.**

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se puede evidenciar que la estación Encano fluctúa entre 48,00 mm y 56,04 mm, con un promedio de 53,07 mm, en los rangos de la Etp corregida, lo cual demuestra que la evapotranspiración se mantiene constante durante el año como fue mencionado anteriormente. De igual manera la disposición de agua demuestra que la sub-cuenca cuenta con abundancia de agua superficial en los meses de abril, mayo, junio y julio, razón por la cual se presentan mayor cantidad de deslizamientos, a causa de la saturación de agua en los suelos, proporcionando mayor inestabilidad en ellos. Sin embargo, esto no quiere decir que exista sequía en los meses restantes, debido a que el balance demuestra también una presencia de agua significativa en menor proporción, lo cual ratifica la disminución de caudales en épocas del año como enero y septiembre, manteniéndose durante el resto de año.

El Balance Hídrico en teoría indica que la sub-cuenca no presenta un déficit hídrico importante durante todo el año como lo indica la gráfica 1, sin embargo, este balance solo representa el agua superficial y la relación que existe entre el régimen de Precipitaciones y la Evapotranspiración en función de la Temperatura media, definiendo la oferta hídrica en 171,084 l/s, se tuvo en cuenta la demanda Per cápita o familiar y de producción para agregar más exactitud al Balance como será mencionado más adelante.

#### **1.1.1.2 Demanda.**

Para la estimación de la demanda se tuvo en cuenta los usos de agua como doméstico, consumo de animales de cría (porcinos, bovinos, patos, pollos y gallinas, sacrificio), cultivos permanentes (frutales), cultivos transitorios (papa, cebolla, hortalizas, arveja, haba) y bosques

plantados, según la estimación de la demanda hídrica nacional en el marco del estudio Nacional del Agua (Gonzales., 2010, p. 182).

Para la determinación del consumo, se tuvo en cuenta el número habitantes dentro del área de influencia de la investigación y el nivel de complejidad, según la Resolución 2320 de 2009 modificatoria del RAS 2000 la dotación neta es de 90L/hab\*día y el porcentajes de pérdidas máximo es del 25%, para una dotación bruta de 112,5 L/hab\*día.

Con la dotación bruta se calculó la demanda por uso doméstico de la siguiente manera:

$$Demanda Domestica = \frac{Población * Dotación Bruta}{86400 s}$$

**Fórmula 3**

$$Demanda Domestica = \frac{222 * 112.5}{86400 s} = 0,289 l/s$$

La demanda por otros usos productivos como los cultivos transitorios, cultivos permanentes, bosques plantados, levante de animales de cría y cultivos en las huertas caseras, se realizó con base en los usos del suelo y el área de estos, identificada en la cartografía levantada en la presente investigación y para estimar el número promedio de animales domésticos en las huertas caseras se realizó mediante observación directa. Para la estimación de agua extraída con fines agrícolas, mediante la agregación del uso consuntivo y el agua extraída no consumida establecida

en función de las necesidades hídricas de cada cultivo y de las huertas caseras, se consultó bibliografía de tipo agroindustrial, esto se presenta en el cuadro 4.

**Cuadro 4**  
**Demanda por usos productivos**

USO	ESPECIFICACIÓN	mm por ciclo	Area (Ha)	Demanda L/s
CULTIVO TRANSITORIO	Papa	700	30	20,25
CULTIVO TRANSITORIO (Huertas caseras)	Cebolla	450	4,6	1,70
	Hortalizas	290		
	Arveja	300		
	Haba	1000		
PLANTACIONES FORESTALES Y PASTIZALES		500	88,1	13,97
Subtotal Demanda				35,92
USO	ESPECIE	L/día x 100	L/día	Demanda L/s
ANIMALES DE CRIA A MENOR ESCALA X VIVIENDA	Pollos y gallinas	36		0,03
	Patos	36		
	Porcinos		10	
	Bovino		40	
PISCICOLA	Trucha			1
Subtotal Demanda				1,03
<b>DEMANDA TOTAL</b>				<b>36,95</b>

Los valores presentados en el anterior cuadro se obtienen de la bibliografía especializada adaptándola al contexto. Los cálculos de demanda para cultivos se estimaron con base en el ciclo productivo, asumiendo una simultaneidad en estos, la demanda o consumo de los animales domésticos, se realizó estimando el promedio de animales domésticos que crían a nivel domiciliario para autoconsumo, la demanda para uso piscícola se estimó realizando aforos a la entrada del único estanque existente en la vereda. **Fuente:** Adaptado de Ruiz Corral, J. A. (1999) y Melguizo S (1994).

Es así como se logra la determinación de la demanda total por vivienda para consumo humano y para el mantenimiento de huertas caseras y animales doméstico, así como para usos productivos de la vereda, identificando un caudal de 37,24L/s, aclarando que este valor fue estimado en el día de máximo consumo tanto para fines de consumo humano como para productivos.

Para poder realizar un seguimiento adecuado a la sostenibilidad en el uso del agua en la vereda Motilón Centro, es indispensable determinar el índice de escasez de agua para poder orientar la gestión del agua. Por consiguiente se relaciona los valores multianuales medios mensuales, para la determinación de la oferta hídrica con valor de 171,1 l/s para la sub-cuenca, y dado que el país no cuenta con un sistema de información continuo y homogéneo sobre el uso del agua en todo el territorio para las diferentes actividades socioeconómicas, se toma una aproximación a la demanda hídrica de 0,66 l/s para la vereda Motilón Centro. Estos valores se relacionan para determinar el índice de escasez mediante la siguiente fórmula (Costa et al., 2005, p. 105):

$$Ie = \frac{\text{Demanda de agua}}{\text{Oferta hidrica}} * 100\%$$

**Fórmula 4**

$$Ie = \frac{37,24 \text{ l/s}}{171,1 \text{ l/s}} * 100\% = 21,76 \%$$

Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico se interpretan de la siguiente manera:

**Cuadro 6**  
**Umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico**

<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN PORCENTUAL</b>
ALTO	Cuando la demanda alcanza el 40% del agua ofrecida potencialmente por la fuente abastecedora
MEDIO	Cuando el nivel de demanda de agua se encuentra entre 20 y 40 % de la oferta
MODERADO	Cuando los requerimientos de agua están entre el 10 y 20 % de la oferta hídrica
BAJO	Cuando la demanda de agua no supera el 10 % de los volúmenes de agua ofrecidos por la fuente

**Fuente:** IDEAM, 2000.

De tal forma se puede ver como el índice de escasez encontrado proporciona un umbral “Medio”, es decir que la demanda de agua no supera el 40% de los volúmenes de agua ofrecidos por la sub-cuenca, ya que el agua superficial disponible en la vereda es mayor que la demanda hídrica para consumo humano y abastecimiento de las actividades productivas, manteniendo además una corriente permanente para suministro de los bienes ambientales del ecosistema húmedo de montaña en teoría.

**Apéndice E. Cálculos algebraicos y base de datos adopción social**

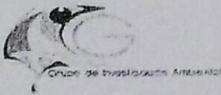
(Ver archivo digital)

## Apéndice F. Formato para el seguimiento

Gobernación de  
**Nariño**



PAF-PDA



Grupo de Investigación Ambiental



**PROYECTO: ADOPCIÓN SOCIAL DE TECNOLOGÍAS VEREDA EL MOTILÓN**

Beneficiario: _____	Numero de vivienda: _____	
Sector: _____		
Referencia Predio: _____		
2. ¿Cuenta con el acta de entrega del dispositivo?	Si	No
3. ¿Usa tanque de pre-tratamiento?	Si	No
4. Sitio adecuado para la ubicación del filtro	Si	No
5. Filtro en uso	Si	No
6. ¿El filtro presenta colmatación de velas y acumulación de lodos en la cámara superior?	Si	No
7. Cuantas veces al día llena el filtro	1 Vez/día	2 veces/día
	Semanal	Cual? _____
	Quincenal	Otro
8. Cuenta con implementos para el mantenimiento del filtro?	Si	No
9. Cada cuanto lava el filtro	diario	semanal
	quincenal	Otro
10.	Cual? _____	
11. Para que utiliza el agua filtrada	Solo bebida	Lavado de alimentos
Preparación de alimentos	Higiene personal	Otros usos
	Cuales? _____	