

Elaboración de un estudio de vigilancia tecnológica para la determinación de un sistema de purificación de aguas subterráneas en el municipio de barranca de Upia en el departamento del Meta

Cristian Camilo Rubiano Arévalo

Andrés Felipe Cordero Romero

Universitaria Agustiniana
Facultad De Ingenierías
Programa De Ingeniería Industrial
Bogotá D.C

2019

Elaboración de un estudio de vigilancia tecnológica para la determinación de un sistema de purificación de aguas subterráneas en el municipio de barranca de Upia en el departamento del Meta

Cristian Camilo Rubiano Arévalo

Andrés Felipe Cordero Romero

Director

Nelson Vladimir Yepes Gonzáles

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad De Ingenierías

Programa De Ingeniería Industrial

Bogotá D.C

2019

Agradecimientos

En primer lugar, quiero darle gracias a Dios por permitir culminar de manera exitosa este proceso que me permitió definir mi carácter como un pensador en función a la comunidad y utilizar mi conocimiento para cambiar positivamente la vida de las personas. Este no fue solo un logro mío me gustaría agradecer al ingeniero Nelson Yepes por tan incondicional asesoramiento y guía que fue de gran importancia para lograr tan positivo impacto también agradecer el apoyo de la Universitaria Agustiniense por las diferentes áreas de apoyo, que permitieron de manera técnica e ingenieril la elaboración de este proyecto.

Deseo también agradecer el apoyo de la administración actual de la alcaldía del municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta en donde se llevó a cabo la investigación, a cargo del alcalde Fredy Castro quien demostró gran interés por la calidad de las aguas del municipio y la afectación en la comunidad, gracias a este interés y a la colaboración de la empresa de aguas de municipio Aquaupia S.A E.S. P, fue posible realizar esta investigación y por ultimo agradecer a mis padres por siempre creer en mis ideas, apoyarlas y acompañarme en este bello proceso de convertirme en ingeniero.

(Cristian Camilo Rubiano Arévalo,2019)

Dedicatoria

A mis padres José Rubiano y Marta Arévalo por su gran apoyo.

A Daniela Díaz el amor de mi vida por su apoyo incondicional.

A mi hermana Dolly Rubiano, por enseñarme a tener fortaleza.

*A Dios por darme lo necesario para ir
búsqueda de lo que Aristóteles consideraba como felicidad.*

Resumen

El objetivo principal del proyecto es determinar el mejor sistema para la purificación de las aguas subterráneas en el municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta vereda Las moras, ya que constantemente los habitantes se ven afectados por la ingesta de agua, debido a que esta no cumple con los parámetros establecidos por la resolución 2115 del 2007. Las familias utilizan aljibes convencionales para el suministro de agua, por lo cual, en este documento, se desarrolla un estudio de vigilancia tecnológica enfocado en la detección de tecnologías capaces de hacer apto el recurso para el consumo humano, con el objetivo de lograr encontrar el mejor sistema para la purificación de aguas subterráneas, ubicadas en los acuíferos de la región. Para lograr esto se realiza un estudio bibliométrico. En esta fase reunimos información de diferentes bases de datos donde encontramos aproximadamente 120 artículos relacionados con la purificación de agua, esto se realiza por medio de las bases de datos llamadas IEEE y Dart Europe. Luego de esto realizamos el estudio de patentes donde seleccionamos la tecnología que más valor aporta a la problemática, para luego reunir los resultados y elaborar un estudio técnico con herramientas de ingeniería para llegar a obtener la mejor tecnología de purificación, para adaptarlo en una unidad de filtro de múltiples fases que se acople a las necesidades de la población, con el objetivo garantizar el acceso al agua potable segura asequible como uno de los objetivos del desarrollo sostenible planteados por la ONU.

Palabras claves: acuíferos, aljibes, purificación de aguas, vigilancia tecnológica, patente, filtro.

Abstract

The main objective of the project is to determine the best system for the purification of groundwater in the municipality of Barranca de Upia in the department of Meta Vereda Las Moras, since the inhabitants are constantly responsible for the intake of water, due to the fact that does not comply with the parameters established for resolution 2115 of 2007. Families also use the results for the water supply, for which, in this document, it is a surveillance study for the protection of adequate people to make use of it. suitable. The resource for human consumption, with the aim of finding the best system for the purification of groundwater, located in the aquifers of the region. To achieve this, a bibliometric study is carried out. In this phase information is gathered from different databases where there are approximately 120 articles related to water purification, this is done through the databases called IEEE and Dart Europe. After this, we will carry out the patent study where we select the technology that contributes the most value to the problem, to then gather the results and develop a technical study with engineering tools to obtain the best purification technology, to adapt it in a filter unit. Multiple phases that adapt to the needs of the population, with the aim of guaranteeing access to affordable safe drinking water as one of the objectives of sustainable development proposed by the ONU.

Key words: aquifers, cisterns, water purification, technological surveillance, patent, filter.

Tabla de contenido

Introducción.....	20
1 Identificación del problema.....	21
1.1 Antecedentes del problema.....	21
1.2 Descripción del problema.....	23
1.3 Formulación del problema.....	27
1.4 Sistematización del problema.....	27
1.5 Variables del problema.....	28
1.5.1 Variables dependientes.....	28
1.5.2 Variables independientes.....	28
2 Justificación.....	29
3 Objetivos.....	30
3.1 Objetivo general.....	30
3.2 Objetivos específicos.....	30
4 Marco referencial.....	31
4.1 Antecedentes de la investigación.....	31
4.2 Marco teórico.....	33
4.3 Técnicas que permiten la remoción de hierro y manganeso de las aguas subterráneas.....	35
4.4 Vigilancia tecnológica.....	36
4.5 Lean startup y PMV.....	36
4.6 Metodología FEL.....	37
4.7 Marco conceptual.....	38
4.8 Marco legal.....	41
4.8.1 Normograma.....	41
5 Marco metodológico.....	49

5.1	Tipo de investigación	49
5.2	Alcances de la investigación.	50
5.3	Hipótesis de investigación.....	50
5.4	Población objetivo.....	50
5.4	Proceso metodológico.....	52
5.5	Sistematización de los objetivos	53
5.6	Tamaño poblacional y muestra	55
5.6.1	Fórmulas.	56
5.6.1.1	Muestreo aleatorio simple.	56
5.6.1.2	Varianza de la proporción.	56
5.6.1.3	Nivel de confianza.....	56
5.7	Bases de datos de publicaciones y artículos científicos	56
5.7.1	IEEE Xplore.....	56
5.7.2	Dart Europe.....	57
5.8	Proceso metodológico	58
5.8.1	Tratamiento de la información.....	59
5.8.1.1	El Coeficiente de Cronbach.	59
5.8.1.2	Análisis ANOVA.	59
5.8.1.3	Matriz DOFA.	59
5.8.1.4	Análisis Clúster.	59
5.8.1.5	Análisis factorial.	59
6	Resultados de la investigación.....	60
6.1	Estudio situacional	60
6.1.1	Estado actual de la planta de tratamiento y red de acueducto.....	60
6.1.1.1	Planta de tratamiento.....	60

6.1.1.2	Estado actual del acueducto.	63
6.1.1.3	Análisis DOFA, estado acueducto.	64
6.1.2	Estado de los recursos hidrológicos.	66
6.1.2.1	Caño Los Pavitos.	66
6.1.2.2	Rio Upia.	67
6.1.2.3	Análisis DOFA estado de aguas.	70
6.1.3	Resultados de encuestas.	71
6.1.3.1	Población encuestada.	72
6.1.4	Análisis de Cronbach.	72
6.1.4.1	Análisis ANOVA.	82
6.1.4.2	Edad de las personas encuestadas.	83
6.1.4.3	Manera de obtener el recurso hídrico.	85
6.1.4.4	Nivel de satisfacción en cuanto a abastecimiento de agua.	86
6.1.4.5	Problemas de salud por ingesta de agua.	86
6.1.4.6	Análisis de Clúster.	89
6.1.4.7	Análisis factorial.	91
6.1.4.8	Tecnologías para el tratamiento del recurso hídrico.	92
6.1.5	Muestra de agua.	93
6.2	Estudio bibliométrico	94
6.2.1	IEEE Xplore.	94
6.2.2	Dart-Europe.	99
6.3	Estudio de patentes.	106
6.3.1	Google Patents.	106
6.4	Estudio técnico	116
6.4.1	Prototipo.	116

6.4.1.1	Diseño de prototipo.....	116
6.4.1.2	Elaboración del prototipo.....	118
6.4.2	Implementación.....	132
6.4.1	Muestra de agua.....	136
6.4.2	Diseño de producto.....	137
6.4.2.1	Dibujos de ingeniería.....	137
6.4.2.2	BOM.....	141
6.4.2.3	Diagrama flujo de procesos.....	145
6.4.2.4	Ficha técnica del producto.....	146
6.4.2.5	Hoja de vida producto.....	148
6.4.3	Transferencia tecnológica.....	149
6.4.4	Propuesta de ingeniería.....	152
7	Estudio financiero.....	154
7.1	Costo unitario.....	154
7.1.1	Costo unitario del filtro.....	154
7.1.2	Costo unitario de la repisa para tanque.....	155
7.1.3	Costo unitario de tanque Colempaques.....	156
7.1.4	Costo unitario del sistema de purificación y almacenamiento de aguas...	156
7.2	Costo del proyecto.....	156
7.2.1	Costo filtros.....	157
7.2.2	Costo de repisa para tanque proyecto.....	158
7.2.3	Costos de tanque para proyecto.....	158
7.2.4	Costo total del proyecto.....	159
7.2.5	Mantenimiento.....	159
7.3	Estados financieros.....	161

7.4 Evaluación social del proyecto.....	171
Conclusiones.....	175
Referencias.....	176
Anexos.....	181

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de involucrados	26
Tabla 2. Tratamiento para la remoción de hierro y manganeso en el agua.	34
Tabla 3. Normatividad relacionada con aguas en el departamento del meta.....	41
Tabla 4 Normativa vigente en materia de aguas subterráneas, enmarcada en objetivos de la PNGIRH.	42
Tabla 5. Instrumentos de gestión de las aguas subterráneas.....	44
Tabla 6.Sistematización de los objetivos	53
Tabla 7. Estado del agua	60
Tabla 8. precipitación y temperatura	61
Tabla 9. Longitud de tubería por diámetro	63
Tabla 10. Estadístico de Cronbach	72
Tabla 11. Matriz de correlación entre elementos.....	73
Tabla 12. Matriz de correlación entre elementos.....	76
Tabla 13. Matriz de correlación entre elementos.....	79
Tabla 14. Análisis ANOVA.....	82
Tabla 15. Frecuencia edad	83
Tabla 16. Matriz de componentes.....	91
Tabla 17. Artículos de base de datos IEEE a evaluar.	94
Tabla 18. Factores de evaluación de los artículos.	97
Tabla 19. Matriz de calificación.	97
Tabla 20. Resultados del método.....	98
Tabla 21. Resultados del método.....	98
Tabla 22. Artículos de base de datos Dart-Europe a evaluar.....	99
Tabla 23. Factores de evaluación de los artículos.	103
Tabla 24. Matriz de calificación.	103
Tabla 25. Resultados del método.....	104
Tabla 26. Matriz de patentes filtro para la purificación de aguas subterráneas.....	107
Tabla 27. Patentes de base de datos Google Patents a evaluar.	114

Tabla 28. Factores de evaluación de las patentes.	114
Tabla 29. Matriz de calificación.	115
Tabla 30. Resultados del método.	115
Tabla 31. Materiales utilizados para la elaboración del prototipo.	119
Tabla 32. Matriz de materiales.	141
Tabla 33. Matriz de descripción de materiales.	142
Tabla 34. Ficha técnica filtro radicales libres.	146
Tabla 35. Tabla de costos de fabricación de filtro.	154
Tabla 36. Matriz de costos de repisa para tanque.	155
Tabla 37. Matriz de costos de tanque para almacenamiento de agua potable.	156
Tabla 38. Costo total del sistema de purificación.	156
Tabla 39. Tabla de costos de fabricación de 80 filtros.	157
Tabla 40. Matriz de costos de repisa para tanque.	158
Tabla 41. Matriz de costos de tanque para almacenamiento de agua potable.	158
Tabla 42. Costo total del sistema de purificación.	159
Tabla 43. Proyección IPC.	159
Tabla 44. Ficha de mantenimiento del sistema para 5 años.	159
Tabla 45. Tabla de proyecciones.	161
Tabla 46. Balance general.	164
Tabla 47. Estado de pérdidas y ganancias.	166
Tabla 48. Flujo de caja.	167
Tabla 49. Indicadores económicos.	168
Tabla 50. Presupuesto para cubrir temas de salud en el municipio.	173
Tabla 51. Proyección con el IPC a 5 años.	174
Tabla 52. TIR social.	174

Lista de figuras

Figura 1. Ciclo Hídrico Del Agua. (GERRERO, 2006)	21
Figura 2. Mapa conceptual de la contaminación (agentes contaminantes del agua) (SIRH, 2019).....	22
Figura 3. Distribución de niveles de riesgo suministro de agua en el Meta 2012 (Salud R. d., 2012).....	24
Figura 4. Porcentaje de Calidad de Agua Departamento vs Rural I (SALUD, 2012)	24
Figura 5. Árbol de problema (elaboración propia)	25
Figura 6. Ministerios y respectivas instituciones encargadas de regular el manejo de las aguas en Colombia (elaboración propia).....	34
Figura 7. Circuito Lean Startup, (Rodriguez, 2018)	37
Figura 8. Ciclo FEL, estudio de vigilancia tecnológica. (Elaboración propia)	38
Figura 9. Proceso metodológico, (elaboración propia).....	39
figura 10. Tipo y enfoque de investigación del proyecto. (Sampieri, 2010)	49
Figura 11. Mapa político Barranca de Upia Meta. (Barranca de Upia, 2019).....	51
Figura 12. Población del municipio de barranca de Upia tipificada por sexo. (Elaboración propia).....	51
Figura 13. Pirámide poblacional Barranca de Upia sexo-edad. (Alcaldia, 2011).....	52
Figura 14. Árbol de objetivos (Elaboración propia)	53
Imagen 15. Matriz relacional de artículos por software VOSviewer identificando la relación entre artículos. (Elaboración propia).	56
Figura 16. Grafica radial-relacional de artículos publicados en los últimos años con forme al método de búsqueda. (Elaboración propia)	57
Figura 17. Gráfico de barras de numero de publicaciones realizadas por palabra claves en determinado año. (Elaboración propia).	58
Figura 18. Planta de tratamiento municipal. (Elaboración propia).....	60

Figura 19. vista en planta de la planta y la cámara de rebose. (Aquaupia, 2019).....	63
Figura 20. Red de distribución vista en planta de Barranca de Upia (Aquaupia, 2019)..	64
Figura 21. Matriz de vulnerabilidad del acueducto. (Elaboración propia)	65
Figura 22. Matriz de ponderación DOFA. (Elaboración propia).....	65
Figura 23. Matriz de estrategia del acueducto. (Elaboración propia)	66
Figura 24. Caño Pavitos (Aquaupia, 2019).....	67
Figura 25. Rio Upia extensión ancho. (Elaboración propia)	67
Figura 26. Rio Upia extensión largo. (Elaboración propia).....	68
Figura 27. Acuíferos meta. (IDEAM, 2019).....	69
Figura 28. Matriz de vulnerabilidad del recurso hídrico. (Elaboración propia)	70
Figura 29. Matriz de ponderación DOFA. (Elaboración propia).....	70
Figura 30. Matriz de estrategia del recurso hídrico. (Elaboración propia)	71
Figura 31. Gráfico de edad frecuencia de edad de las personas encuestadas. (Elaboración propia) en el software SPSS.	84
Figura 32. Población género – edad. (Elaboración propia) en el software SPSS.....	85
Figura 33. Porcentaje fuentes de obtención aguas para consumo. (Elaboración propia) en el software SPSS.....	85
Figura 34. Índice de insatisfacción por el abastecimiento de agua. (Elaboración propia) en el software SPSS.....	86
Figura 35. Problemas en la salud relacionados con la ingesta de agua. (Elaboración propia) en el software SPSS.....	87
Figura 36. Frecuencia de malestares en las personas por consumo de agua. (Elaboración propia) en el software SPSS.	87
Figura 37. Diagrama de cajas Agrupado de ¿Cual es su edad? por ¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua? por ¿ Genero?. (Elaboración propia) en el software SPSS.	88
Figura 38. Proceso potable del agua que se consume. (Elaboración propia) en el software SPSS.	89

Figura 39. Dendograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, combinación de clúster de distancia re-escalada. (Elaboración propia) en el software SPSS.....	90
Figura 40. Dendograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, grupo 1 (Elaboración propia) en el software SPSS.	90
Figura 41. Dendograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, grupo 2 (Elaboración propia) en el software SPSS.	90
Figura 42. Dendograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, grupo 3 (Elaboración propia) en el software SPSS.....	90
Figura 43. Gráfico de factores. (Elaboración propia) con el software SPSS.....	92
Figura 44. Diagramas de cajas. (Elaboración propia) con el software SPSS	92
Figura 45. Muestra de aguas laboratorio de ingeniería UNAL. (Elaboración propia)	93
Figura 46. Vista de plano 2D del prototipo acotado con sus medidas en cm. (Elaboración propia) software SketchUp.	116
Figura 47. Vista de planta 2D del prototipo con un radio de 2". (Elaboración propia) software SketchUp.....	117
Figura 48. Vista de plano 3D del prototipo con diámetro de 55cm . (Elaboración propia) software SketchUp.....	117
Figura 49. Vista de plano 3D del prototipo de la rejilla de separación entre procesos para impresión 3D. (Elaboración propia).....	118
Figura 50. Rejilla prototipo de separación entre procesos impresa en 3D. (Elaboración propia).....	118
Figura 51. Carbón activo. (Elaboración propia).	120
Figura 52. Pastillas de cloro. (Elaboración propia).	120
Figura 53. Grafito. (Elaboración propia).	121
Figura 54. Piedra Pómez. (Elaboración propia).....	121
Figura 55. Gravilla limpia. (Elaboración propia).	121
Figura 56. Arena de rio 70/70 con origen en el Rio Guatiquia en Villavicencio Meta. (Elaboración propia).	122
Figura 57. Pieza de salida o de final de proceso con salida de un caudal de ½". (Elaboración propia).	122

Figura 58. Pieza de entrada o ingreso de caudal para ser procesado en tubo de 1". (Elaboración propia).	122
Figura 59.Reductor de caudal de 4" a 2" (Elaboración propia).....	123
Figura 60.Reductor de caudal de 2" a ½". (Elaboración propia).....	123
Figura 61. Rejilla para separación de fases de 5mm de grosor con un radio de 5.08cm y una cuadrícula de 2mm x 2mm. (Elaboración propia).	124
Figura 62. Unión de 4". (Elaboración propia).	124
Figura 63. Tubo de 4" de 55cm de largo que funciona como el espacio de transición de las fases. (Elaboración propia).	124
Figura 64. Pieza de ingreso de agua a procesar con un caudal de 1". (Elaboración propia).	125
Figura 64. Pieza de salida o de final de proceso con salida de un caudal de ½". (Elaboración propia).	125
Figura 66. Ensamble componente de salida de caudal con el componente de procesamiento por medio de la unión de 4" con una salida de ½". (Elaboración propia).....	126
Figura 67. Ensamble componente de entrada de caudal con el componente de procesamiento por medio de la unión de 4" con una entrada de 1" y sistemas de rosca para mantenimiento. (Elaboración propia).	126
Figura 68. Preparación fase 1. (Elaboración propia)	127
Figura 69. Fase 1 carbón activo espesor 5cm. (Elaboración propia).....	127
Figura 70. Fase 2, espesor de 5cm medida de la arena en gr. (Elaboración propia).....	128
Figura 71. Fase 2, espesor de 5cm medida del cloro en gr. (Elaboración propia).....	128
Figura 72. Fase 2, espesor de 5cm medida arena clorada en gr. (Elaboración propia) .	128
Figura 73. Fase 2 instalación completa. (Elaboración propia)	129
Figura 74. Fase 3, oxido de grafeno activado (Elaboración propia).....	129
Figura 75. Fase 4, gravilla 100% limpia (Elaboración propia).....	130
Figura 76. Fase 5, carbón activo espesor 5cm. (Elaboración propia).	130
Figura 77. Fase 6, arena de rio 70/70, espesor 5cm. (Elaboración propia).....	131

Figura 78. Etapa de análisis de calidad física y prueba de caudal. (Elaboración propia).	131
Figura 79. Etapa de análisis de calidad física y prueba de caudal. (Elaboración propia).	132
Figura 80. Muestra de cambio de características físicas del agua. (Elaboración propia).	132
Figura 81. Ubicación satelital de la vivienda donde se implementa el prototipo. (Elaboración propia).	133
Figura 82. Aljibe de la vivienda de implantación. (Elaboración propia).	134
Figura 83. Aljibe de la vivienda de implantación. (Elaboración propia).	134
Figura 84. Implementación fase inicial. (Elaboración propia).	134
Figura 85. Implementación instalación del prototipo en la red hídrica del hogar. (Elaboración propia).	135
Figura 86. Implementación perforación mesón, para salida de caudal de ½". (Elaboración propia).	135
Figura 87. Implementación prueba de captación. (Elaboración propia).	136
Figura 88. Muestra de aguas laboratorio de ingeniería UNAL vía correo. (Elaboración propia).	137
Figura 89. Producto en 3D vistas alternas. (Elaboración propia) elaboración software de diseño y modelado SketchUp.	138
Figura 90. Diseño de ensamble y despiece del producto “filtro de radicales libres”. (Elaboración propia) elaboración software de diseño y modelado SketchUp.	139
Figura 91. Diseño de relación entre producto y fases de filtrado. (Elaboración propia) elaboración software de diseño y modelado SketchUp.	140
Figura 92. Bill of material, de producto filtro de radicales libres. (Elaboración propia).	141
Figura 93. Diagrama de flujo de procesos propuesta de mejora “Filtro de radicales libres”. (Elaboración propia).	145
Figura 94. Hoja de vida del “Filtro de radicales libres”. (Elaboración propia).	148
Figura 95. Acta de reunión con el alcalde Barranca de Upia. (Elaboración propia).	149

Figura 96. Acta de reunión gerente de Aquaupia. (Elaboración propia).	150
Figura 97. Acta de charla de contenido “Agua para vivir” (Elaboración propia).....	150
Figura 98. Página de Facebook “Agua para vivir” (Elaboración propia).	151
Figura 99. Página de Facebook “Agua para vivir” (Elaboración propia).	151
Figura 100. Página web “Agua para vivir” (Elaboración propia).....	152
Figura 101. Sistema de purificación y abastecimiento de agua. (Elaboración propia). elaboración software de diseño y modelado SketchUp.	153

Introducción

En los objetivos de desarrollo sostenible tienen como finalidad adoptar una serie de medidas para erradicar la pobreza, proteger el planeta garantizando que las personas tengan una mejor calidad de vida gozando de prosperidad y paz. el objetivo 6 habla de garantizar el agua libre de impurezas y que todo el mundo tenga accesibilidad a este recurso, esto nos lleva a los problemas que tiene el municipio de barranca de Upia con la potabilización y razonamiento de sus aguas, ya que el 72% de la población se encuentra en la parte urbana del municipio contando con la red de acueducto y alcantarillado pero con una crisis por la falta del recurso, que lleva al racionamiento de agua, mientras que el 28% restante pertenecen a la parte rural en donde la población cuenta con agua necesaria, obteniendo la de aljibes no convencionales que recogen el agua de los acuíferos libres existentes en la región aprovechando el nivel freático, el cual es muy cerca para que los habitantes accedan a este mineral el cual no es potable. Lo cual en el transcurso del trabajo desarrollamos un estudio de vigilancia tecnológica, para lograr encontrar el sistema adecuado para el mejoramiento de este problema.

Este estudio tendrá un enfoque mixto y un tipo de investigación compuesta con características descriptivas ya que se realizará una recolección de datos representativos y estudios estadísticos. Esta investigación consta de 5 partes, en la primera parte tendremos la recolección de datos mediante encuestas analizándolas estadísticamente, la segunda parte se realiza la alerta tecnológica que consta de evidenciar los diferentes sistemas para la purificación de aguas subterráneas obteniéndola de las diferentes bases de datos como Dart Europe y la IEEE, luego se realizará el estudio bibliométrico por medio del softwares Publish or Perish esto con el fin de tener un panorama de los artículos encontrados. En la etapa cuatro se realizará un estudio de patentometría buscando patentes en espacenet y google patents. en la última parte se realizará la propuesta de ingeniería de acuerdo con los resultados obtenidos en etapas anteriores.

1 Identificación del problema

1.1 Antecedentes del problema

Según Cordero (2003) el agua es un recurso vital para el ser humano ya sea para su actividad económica o sus asentamientos. El agua como prioridad para la vida se puede encontrar en varios tipos como lo son superficiales, subterráneas, marinas y oceánicas.

El ciclo hidrológico de la Tierra es el método por el cual se hace la transferencia de agua desde los océanos a la superficie y desde la superficie, o su superficie al subsuelo y a la atmósfera. Las principales variables del ciclo hidrológico son: precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración como se muestra en la figura 1. Las actividades humanas que son asentamientos, industria y desarrollos son las que a través del tiempo han afectado el suelo a través de la utilización, reutilización y vertido de residuos tanto superficiales como subterráneos.

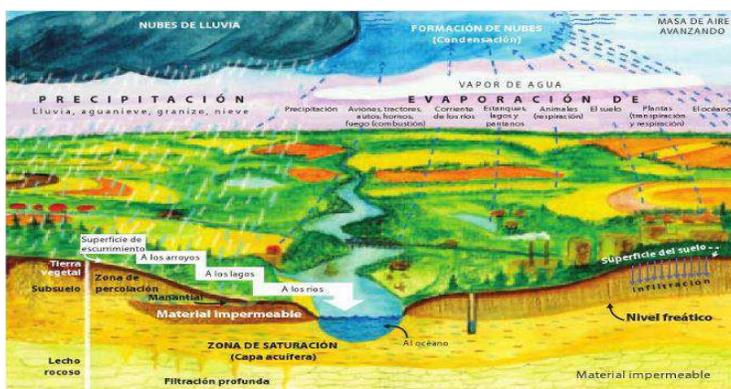


Figura 1. Ciclo Hídrico Del Agua. (GERRERO, 2006)

Por otro lado, la calidad del agua se ve afectada por causas naturales o por factores externos, que a su vez son el resultado del proceso del ciclo hidrológico y su interacción con el medio. Algunos de los agentes contaminantes los podemos observar en la figura 2.

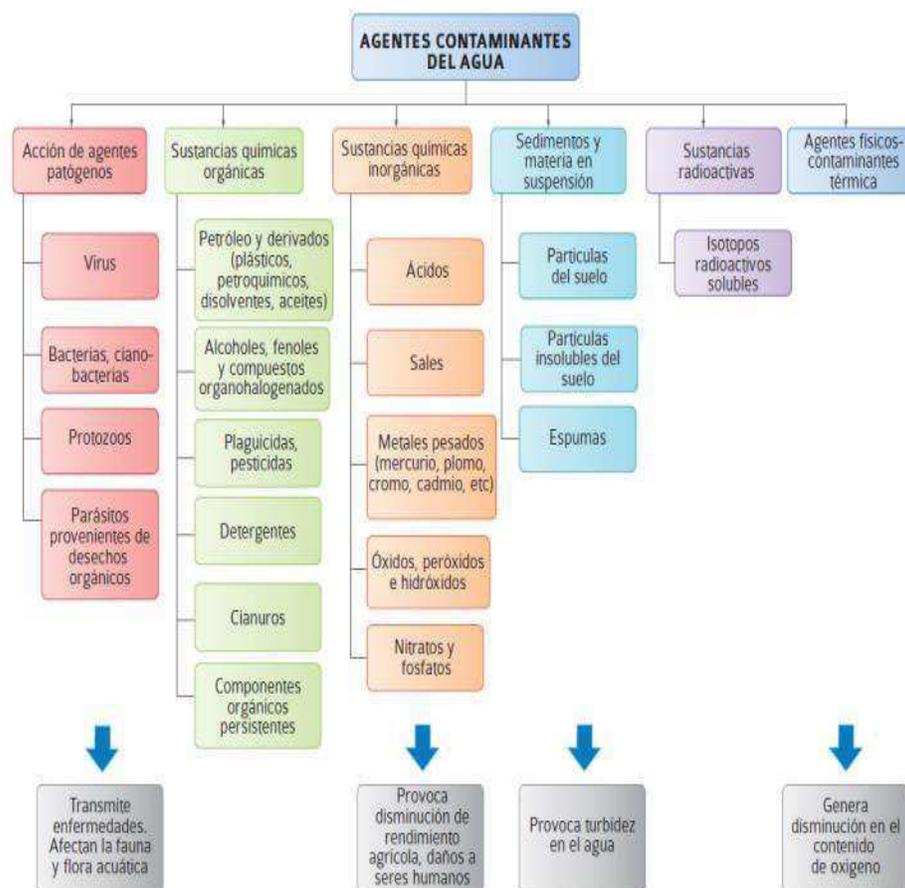


Figura 2. Mapa conceptual de la contaminación (agentes contaminantes del agua) (SIRH, 2019)

Teniendo en cuenta lo anterior en nuestro país El Ministerio De Protección Social decreto número 1575 del 2007 establece la protección, monitorear, prevención y controlar los riesgos para la salud, con excepción del agua envasada y se aplica para todas las personas que provean agua para el consumo, en todo el territorio nacional. (Colombia), 2007)

El origen de las aguas subterráneas viene de la lluvia, la cual se infiltra a través de ríos y lagos, por grietas y poros de las unidades rocosas, hasta lograr llegar a un nivel de impermeabilización que no la deja descender, la aguas lluvias representan un porcentaje relevante en los acuíferos del mundo donde el 6.11% de la distribución del agua del mundo se encuentra estas aguas con una proporción de 8.300.000 KM³. (LEGARRETA, 2006)

Las aguas subterráneas se comparan mucho con las aguas superficiales, debido a que tiene para su potabilización tiene muy pocos procesos. Según Corbitt en el 2003 algunos de los principales influyentes para el agua son la geología del suelo, el clima, las actividades humanas, el hierro, manganeso, fosfatos, sabor, olor, alcalinidad, pesticidas, gas carbónico, entre otros. El hierro y el

manganeso son unos de los principales causantes de los problemas en el suministro de aguas subterráneas, los tratamientos para la remoción dependen del estado del mineral. (CORBITT, 2003)

1.2 Descripción del problema

Según Hernández el área de Villavicencio se encuentra afectada por la Provincia de la Cordillera Oriental y los Llanos Orientales, es una zona donde existe un porcentaje muy alto aguas subterráneas estimadas en 15.6% y 41.5%, respectivamente. (Cadena, Parrado, & Tirado, 2014)

Esta situación indica que mucha población está tomando y consumiendo agua subterránea para el consumo y no tiene ningún proceso de potabilización, lo cual es preocupante como se refleja en la investigación realizada por el Ministerio de Salud y Protección Social. Instituto Nacional de Salud (2014), que referencia sobre la calidad de agua en el departamento del Meta, lo siguiente:

Del total de población vigilada en 2012, mostró que 42.06 % obtienen agua potable 17 % consumieron agua segura, 31.4 %, agua de bajo tratamiento y 8.9 % de la población usaban agua directa de la fuente. El resultado del Método Conjunto de Monitoreo-PCM, mostró como fuentes mejoradas, la suministrada a los 59.7 % de la población y no mejoradas el 40.3 %. (Salud R. d., 2012)

Esto indica que gran cantidad de población del departamento del Meta aún está consumiendo agua no potable sobre todo en zona rural, como se corrobora en con los resultados evaluativos de la calidad de agua del Ministerio de Salud y Protección Social –Instituto Nacional de Salud (2014), que determinó lo siguiente:

“El análisis de la distribución porcentual de la muestra según el nivel de riesgo presentó” para el departamento del meta un 50 % en nivel “sin riesgo”, 3 % riesgo bajo y 17% medio. En los niveles de riesgo críticos encontramos 24% de las muestras en riesgo alto y 6 % inviable sanitariamente. (SALUD, 2012)

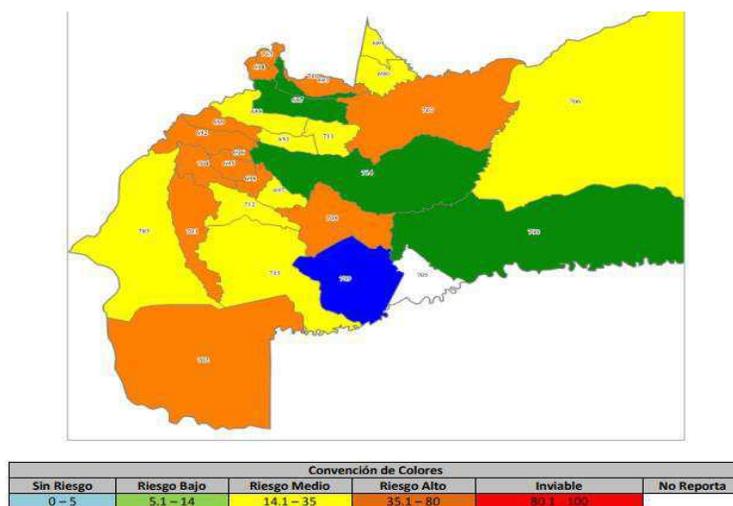


Figura 3. Distribución de niveles de riesgo suministro de agua en el Meta 2012 (Salud R. d., 2012)

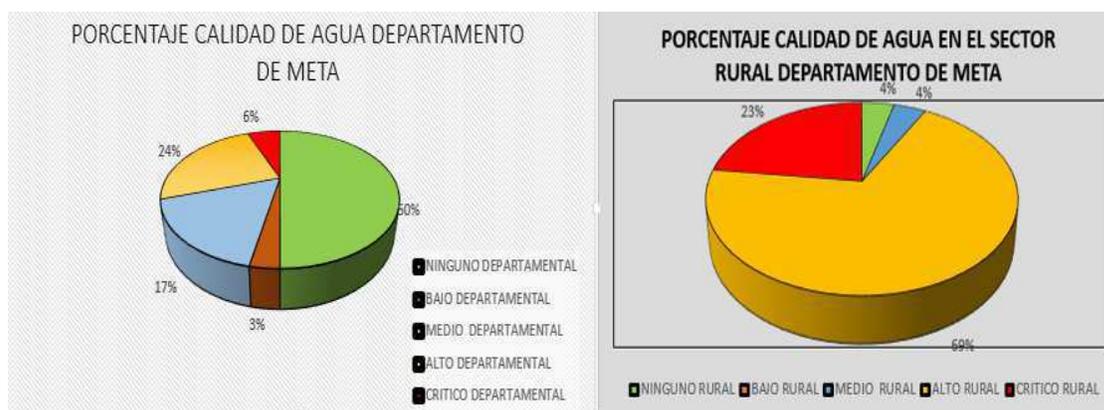


Figura 4. Porcentaje de Calidad de Agua Departamento vs Rural I (SALUD, 2012)

Con el anterior análisis grafico (Figura 4) existe un porcentaje considerable de población que consume agua no potable y en muchos casos es porque la captan de los puntos diversos existentes, como el agua subterránea la extraen a través de los aljibes, sin que se le realiza a este líquido algún tratamiento, que, aunque no se crea contiene elementos como el hierro y el manganeso que, aunque no afecta la salud humana, si puede generar perjuicios para la población en su uso.

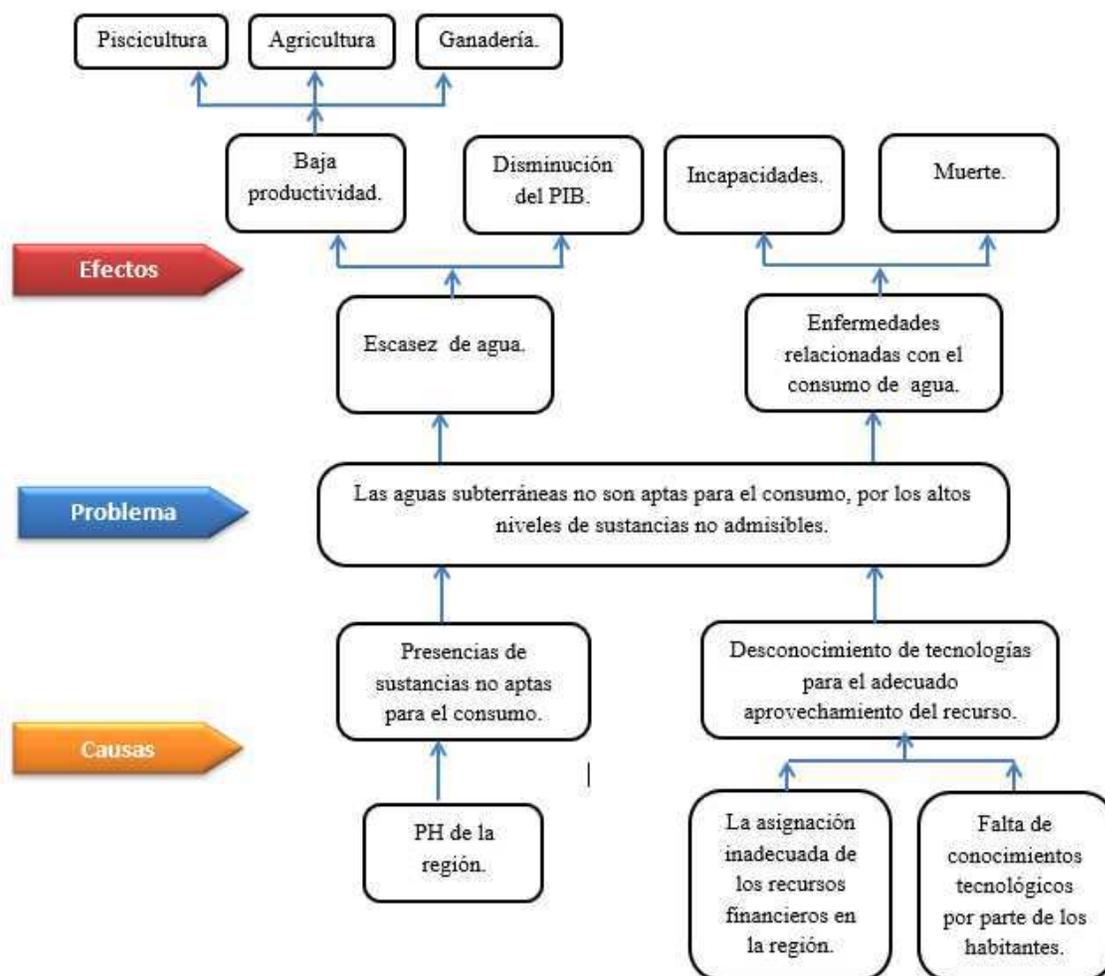


Figura 5. Árbol de problema (elaboración propia)

Teniendo en cuenta la identificación del problema realizamos la matriz de involucrados como lo sugiere la Metodología general ajustada (MGA), con el fin de identificar los afectados e interventores en la investigación con el fin, de generar el mayor impacto positivo en la región con los afectados los cuales identificamos en la tabla 1.

Tabla 1.

Matriz de involucrados

Actores	Beneficiarios	Cooperantes	Oponentes	Perjudicados	Descripción de los actores
	X			X	Población objetivo donde se desarrollara la investigación
Alcaldía		X			La misión de la alcaldía del municipio es cumplir con los lineamientos del Plan de Desarrollo, bajo la responsabilidad de la administración municipal y cooperación permanente de la comunidad, para mejorar de una manera integral la calidad de vida de sus habitantes y en general la infraestructura de los servicios públicos, dentro de un desarrollo social y ambientalmente sostenible.
ICA (Instituto nacional agropecuario)	X	X		X	Trabajamos por la sanidad agropecuaria y la inocuidad agroalimentaria del campo Colombiano.

Guaicaramo		X			Empresa del sector de la agroindustria dedicada a la producción, comercialización de aceite crudo de palma, palmiste, cítricos, ganadería y lácteos.
Secretaria de salud		X			Es una dependencia del Poder Ejecutivo que se encarga primordialmente de la prevención de enfermedades y promoción de la salud de la población.
Aquaupia S.A		X			Institución encargada del manejo de las aguas en el municipio de barranca de Upia en el departamento del meta

Nota. Matriz relacional de involucrados y su rol (elaboración propia)

1.3 Formulación del problema

¿Cuál puede ser el método adecuado para la purificación y el adecuado aprovechamiento de las aguas subterráneas en el municipio de barranca de Upia en el departamento del Meta?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuáles son las necesidades de la población con respecto al consumo de las aguas subterráneas contaminadas?
- ¿Cuál sería el proceso adecuado para la aplicación de la vigilancia tecnológica frente al problemática encontrada?
- ¿Cuál sería el método a usar para lograr la purificación de las aguas subterráneas para el consumo?

- ¿Cómo reducir el nivel de peligro al momento de consumir el agua subterránea?

1.5 Variables del problema

1.5.1 Variables dependientes.

- Desabastecimiento de las aguas: el sistema utilizado para mejorar el consumo de las aguas en el municipio.
- Personas para capacitar: capacitación sobre el buen uso del recurso y la creación de conciencia sobre el cuidado de este.

1.5.2 Variables independientes.

- Consumo y uso de las aguas.
- Clima de la región

2 Justificación

Este proyecto está enfocado en lograr potabilizar y aumentar el aprovechamiento de las aguas subterráneas para el consumo humano ayudando así a los habitantes del municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta, a partir de un estudio de vigilancia tecnológica, utilizando la metodología Lean Startup y FEL.

De acuerdo con el plan nacional de desarrollo 2018-2022 en el literal VII” Los servicios de energía y agua y saneamiento están en la base del aumento de la productividad y del bienestar de los individuos “en el literal B, este nos habla del agua limpia y saneamiento básico adecuado, buscamos brindar a la población un sistema económico y duradero para la determinación de un sistema de purificación de aguas subterráneas, con el fin de mejorar el agua que están consumiendo por medio de nuestra propuesta, para mejorar la calidad de vida del municipio.

El énfasis social de este proyecto está cumpliendo con el ítem 6 de los objetivos del desarrollo sostenible de la ONU el cual es “aguas limpia y saneamiento”, lo que se busca es optimizar la disponibilidad del agua haciéndola sostenible, basándonos no solo en la parte técnica sino también la creación de conciencia de la protección y cuidado del recurso no renovable por medio de las diferentes tecnologías y herramientas tecnológicas para el beneficio de la comunidad.

La (UNESCO, 2019) está trabajando para que los países tengan un mejor uso del recurso, trabajando en una construcción de conocimientos científicos a través del (PHI) Programa Hidrológico Internacional construyendo informes mundiales del desarrollo del agua en todas las Naciones Unidas para cumplir con el objetivo “El agua fuente de vida”

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar el mejor sistema de purificación de aguas subterráneas en el municipio de Barranca de Upia, Meta, con la finalidad de garantizar el acceso al agua potable segura y asequible, como uno de los objetivos del Desarrollo Sostenible.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar los sistemas para la purificación de aguas a partir de un estudio de vigilancia tecnológica.
- Determinar el sistema adecuado para la purificación de aguas subterráneas.
- Incluir a los entes encargados del municipio de Barranca de Upia sobre la creación de conciencia para la protección y adecuado uso del recurso no renovable (agua).
- Documentar el proceso realizado en el desarrollo del proyecto.
- Realizar la transferencia tecnológica a la comunidad del municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta.

4 Marco referencial

4.1 Antecedentes de la investigación

Un primer trabajo presentado por Rivera y Valiente (2001) para la licenciatura en química y farmacia de la Universidad del Salvador, denominado “Elaboración de un filtro de aplicación doméstica para la remoción de hierro y manganeso como componentes con mayor participación en el agua, utilizando el proceso de aireación y contacto”, obtuvo como resultado elaborar un filtro de aplicación doméstico para que este pueda remover el Hierro y Manganeso del agua, utilizando ciertos procesos como es la Aeración, para comprobar la eficacia de este filtro y la cantidad de agua que puede tratar, así verificando la relación entre costo-beneficio de este filtro, y al final poder calcular la cantidad de hierro y manganeso que se encuentra en el agua antes y después de ser tratada por el filtro elaborado. (Walter rivera, 2003)

Un segundo proyecto a tener en cuenta es el trabajo realizado por Ingalinella (2004) presentado por la Universidad Nacional de Rosario en Maipú-Rosario-Santa Fe, denominado “Procedimiento para la Remoción de Hierro y Manganeso aguas subterráneas”. En este segundo proyecto el objetivo es utilizar procesos físico químicos y biológicos, para así poder tratar el agua cruda, pasando por una doble filtración, donde el pre-filtro es una corriente que se coloniza con bacterias de hierro y manganeso, para que así se pueda remover el Hierro y Manganeso; después pasa a una segunda fase de filtración para terminar de eliminar lo que no se haya podido retirar del pre filtro, logrando el agua tratada (INGALINELLA, 2004)

Un tercer trabajo que podemos tomar en cuenta fue realizado por Loaiza (2009) presentado para la facultad de ingeniería, tesis de grado para optar al título de magíster en ingeniería sanitaria y ambiental de la universidad del Valle en Santiago de Cali, cuyo título fue “Remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas mediante doble filtración con flujo a presión. Caso el hormiguero – Cali”. El objetivo de esta investigación es encontrar la mejor opción para el tratamiento y eliminación de Hierro y Manganeso; mediante una nueva opción de planta con flujo a presión, ajustándose a los bajos costos, al bajo consumo de energía eléctrica a la fácil manipulación; La planta consiste de un aireador, seguido de un tanque de contacto, un clarificador de contacto (gravas) y un filtro rápido. (Duque, 2009)

En un cuarto trabajo desarrollado por Mendoza (2017) tesis de maestría en la Universidad de El Salvador. Con el título de “Evaluación del sistema de tratamiento para la remoción de hierro

y manganeso en agua de abastecimiento de la colonia Guadalupe, municipio de Tejutla departamento de Chalatenango”. En este trabajo se emplea el estudio para observar la validez que tiene la remoción de Hierro y Manganeso del suministro de agua de la comunidad, obteniendo muestras de cada proceso para así tener resultados del proceso de tratamiento. Teniendo en cuenta que unos son aceptables y en otros puntos se genera desconfianza para el consumo humano. (Alfaro Mendoza, 2017)

Un quinto trabajo desarrollado por Marin (2011) Trabajo de grado en la Universidad del Valle. Con el título de “Remoción de hierro y manganeso por oxidación con cloro y filtración en grava”. Este trabajo se estudia la remoción del hierro y el manganeso utilizando como oxidante el cloro, seguido de un sistema de filtración en gravas de flujo ascendente FGA en tres etapas, operando con velocidades de filtración de 2 m/h, 3.5 m/h y 5.0 m/h para concentraciones afluentes de hierro total de 9.7 mg/L, 5.9 mg/L y 4.2 mg/L, respectivamente. Se identificaron los requerimientos operativos y económicos para la implementación del sistema de tratamiento y se propuso una matriz de selección de tecnología para la remoción de hierro y manganeso con diferentes etapas de FGA con oxidación con cloro. (Burbano, 2011)

Un sexto trabajo desarrollado por Martínez y Montero (2014) trabajo de grado de la Universidad de Nariño. Con el título de “Evaluación de remoción de hierro en aireadores de toberas en la ciudad de Pasto”. Este trabajo habla sobre el aireador de toberas junto con un tanque de contacto para la retención de los precipitados mediante un lecho de grava, este es el método empleado para la remoción, son de las toberas que hacen el contacto íntimo del agua con el oxígeno atmosférico, generando reacciones donde se oxidan los metales para transformar los compuestos ferrosos a férricos removiendo los precipitados. (Ramos & Montero, 2014)

Un séptimo trabajo desarrollado por Larrea (2015) trabajo de grado de la Universidad técnica de Machala. Con el título de “Aplicación de un filtro de zeolita para potabilización de agua nivel domiciliario sitio Palestina Cantón El Guabo provincia El Oro”. Este trabajo se basó en el artículo científico de la eliminación de las bacterias transmitidas por las aguas superficiales y subterráneas mediante el sistema económico de tratamiento de agua doméstica y se concluye que el filtro de zeolita tiene una gran eficiencia y que para eliminar los coliformes es necesario agregar cloro 2 mg/l al agua una vez filtrada. (Larrea, 2015)

Un octavo trabajo desarrollado por Barrera (2017) trabajo de Maestría de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gravito. Con el título de “Remoción de Manganeso en la Planta de Tratamiento

de Agua Potable de Tocancipá – Cundinamarca”. Este trabajo transformar el manganeso que se encuentra disuelto en manganeso oxidado, el cual se sedimenta en la columna de agua. Esto se realiza adicionando agentes químicos, como el permanganato de potasio, dióxido de cloro, cloro, ozono y peróxido de hidrógeno, siendo este último el utilizado en el caso de estudio. (Barrera, 2017)

Un noveno trabajo desarrollado por Padilla (2014) trabajo de grado de la Universidad Peruana Unión – Tarapoto. Con el nombre de “Comparación entre un proceso de filtración simple y múltiple para tratar agua subterránea con alto índice de hierro (Fe+2) - Centro Poblado Alianza, San Martín. “En este trabajo realizaron el tratamiento de filtración simple estuvo compuesto por un aluminosilicato denominado zeolita además de diferentes arenas y gravas; el tratamiento de filtración compuesta estuvo constituido por un lecho filtrante de carbón activado, biopolímero natural, arenas y grava. (Padilla, 2015)

4.2 Marco teórico

Teniendo en cuenta la normatividad para nuestro país en temas de aguas subterráneas, podemos visualizar como desde los diferentes campos que regulan la normatividad de nuestro país. Efectuamos las distintas panorámicas en las que incurre la normatividad como contexto legal, ahora es importante resaltar que en Colombia existe un marco político donde se ven protegidas las aguas subterráneas y las aguas en su totalidad en el territorio colombiano, cómo podemos visualizar a continuación en la siguiente figura la relación que tienen los ministerios con el cuidado protección administración de los recursos hídricos.

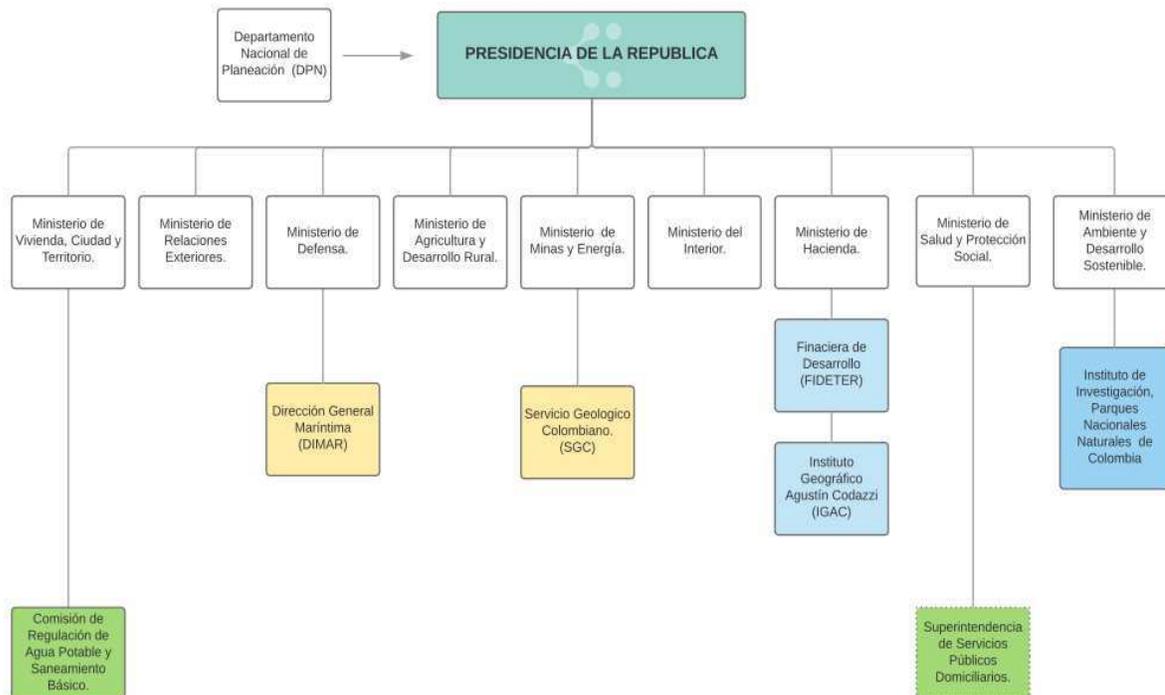


Figura 6. Ministerios y respectivas instituciones encargadas de regular el manejo de las aguas en Colombia (elaboración propia)

Las fuentes de agua subterránea como hemos mencionado anterior mente tienen agentes contaminantes ya sea natural o químico, algunos de ellos los podemos observar cuando pasa por un proceso de oxidación toma un color oscuro y un olor característico siendo así no apetecida a la vista de las personas. Por lo tanto, existen varias opciones para la remoción de hierro y manganeso de las aguas subterráneas como lo podemos encontrar en la tabla 2.

Tabla 2.

Tratamiento para la remoción de hierro y manganeso en el agua.

Causas	Indicaciones	Tratamientos
Hierro y manganeso disuelto	El agua es clara cuando es tomada, pero aparecen partículas rojizas o negruzcas cuando se estanca. Mancha rojizo-café o negra en los accesorios de plomería o ropa lavada.	Compuestos de fosfato (útese para < 3mg/L) Suavizador de agua (útese para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 5 mg/L)

		<p>Filtro oxidante – de arena verde de manganeso o zeolita (úsese para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 15 mg/L)</p> <p>Aireación/filtración (úsese para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 25 mg/L)</p> <p>Oxidación y filtración química (úsese para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 10 mg/L)</p>
Hierro o manganeso disuelto (coloidal) (complejos orgánicos de estos minerales)	El agua de grifo está rojiza negruzca y el color se mantiene por más de 24 horas (no hay precipitación de partículas)	Oxidación y filtración química
Hierro oxidado en suministro de agua	El agua del grifo contiene partícula rojizo-café que se asientan cuando el agua se estanca.	Filtro de partículas
Corrosión de tubería y equipo	El agua del grifo contiene partícula rojizo-café que se asientan cuando el agua se estanca.	Eleve el PH del agua y use un filtro de partículas.
Bacterias de hierro y manganeso	Babas rojizas-café en los tanques de los inodoros y drenaje de los lavamanos y las tinas.	Tratamiento de shock y filtración

Nota. Matriz tratamiento aguas. (McFarland & Dozier, 2012).

4.3 Técnicas que permiten la remoción de hierro y manganeso de las aguas subterráneas

Los tratamientos más usados para la remoción de hierro y manganeso según Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua son los siguientes:

- Aireación–Filtración.
- Oxidación-Filtración.
- Filtración en medios acondicionados.
- Filtración directa
- Tecnologías alternativas.
- Estabilización por secuestro
- Intercambio iónico
- Remoción in-situ.
- Métodos biológicos

Los tratamientos mencionados anteriormente son pieza fundamental para la realización de nuestro proyecto, ya que proporcionan herramientas útiles para el adecuado tratamiento. (agua, 2001)

4.4 Vigilancia tecnológica

(Jakobiak,1992) afirma que la vigilancia tecnológica es una herramienta para la observación de un entorno específico, donde encontramos una cantidad de variables a controlar y estas tienen características de manejo puntual, con esto se desea identificar la manera y el proceso óptimo para solucionar una problemática que se encuentra latente en el entorno que frecuentamos o en nuestro caso donde queremos impactar.

Para solucionar nuestra problemática de una manera eficiente se necesitan de una serie de pasos con el fin de obtener una vigilancia tecnológica adecuada, los cuales son:

- Paso 1: Identificación de necesidades y áreas a vigilar
- Paso 2: Búsqueda y Captación de información
- Paso 3: Organización y análisis de la información
- Paso 4: Comunicación, toma de decisiones y uso de resultados

4.5 Lean startup y PMV

La metodología Lean Startup se basa o radica en la elaboración de un producto basado en la necesidad del cliente y en lo que el cliente estaría dispuesto a pagar con la cantidad mínima de recursos. Es metodología que sigue un circuito de tres pasos los cuales se debe recorrer en el menor tiempo posible y con la mínima inversión. El primer paso es la creación del producto el segundo

paso es medir los resultados y por último está el aprendizaje con respecto a lo realizado como se muestra en la figura 7.

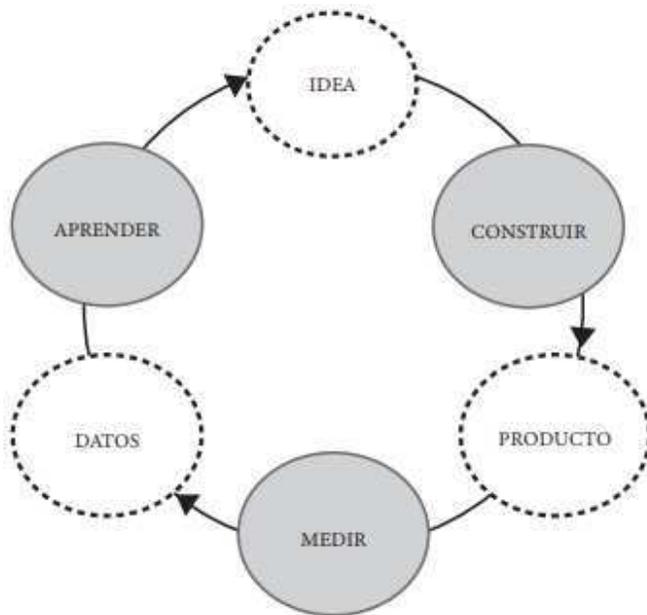


Figura 7. Circuito Lean Startup, (Rodríguez, 2018)

El PMV (producto mínimo variable) es una de las mejores formas para que un nuevo producto se adapte al mercado, permitiendo así evidenciar que con una muy baja inversión si la idea que se desarrolla tiene o no aceptación y si es aceptada se irán haciendo mejoras o incrementando las funciones de acuerdo con los propósitos del cliente. (Rodríguez, 2018)

4.6 Metodología FEL

Esta metodología se aplica en los proyectos para bajar los costos, tener una mejora en la toma de decisiones para tener el proyecto en su línea ya que cada etapa antes de comenzar debe estar aprobada. Esta metodología habla del concepto de portones abiertos que consiste en que para avanzar al siguiente pasillo primero tiene que estar cerrado el portón anterior. Esta filosofía cuenta con tres fases:

- FEL 1: Identificación de la oportunidad, esta trata de verificar la idea o la oportunidad del negocio basándose en estudios de factibilidad.

- FEL 2: Proyecto conceptual, esta etapa es donde comienza la planeación de proyecto donde se selecciona una alternativa y avanzar en definir la misma. Aquí no hay un desembolso de dinero grande.
- FEL 3: Proyecto básico, esta etapa es donde se realiza el alcance del proyecto, la ingeniería básica, plan de ejecución, formación del equipo y se estima la inversión final con un mínimo margen de error.

Fase de ejecución: después de completar las tres fases se procede a ejecutar teniendo en cuenta los detalles de ingeniería el montaje. Esta etapa es donde hay más gasto de dinero y el éxito de esta tiene que ver con el buen desarrollo de las fases anteriores. (Tovar, 2012)

LÍNEA DE TIEMPO FEL

Cristian Camilo Rubiano Arevalo | April 18, 2019

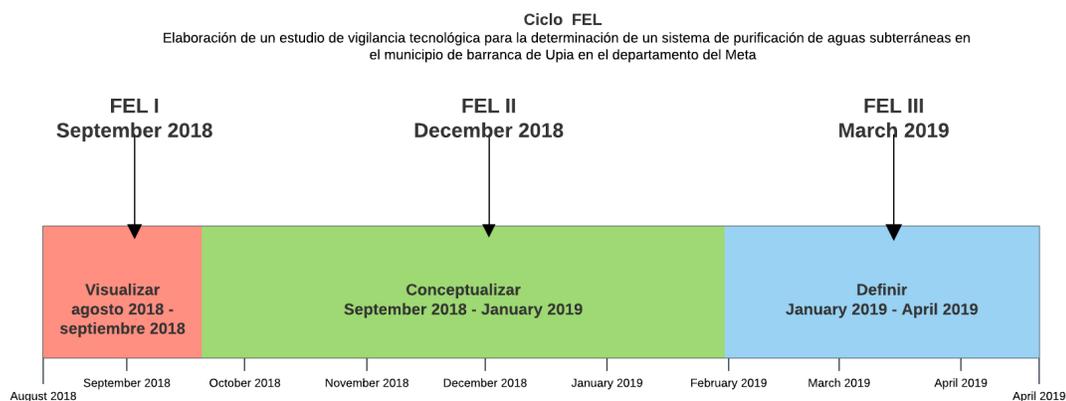


Figura 8. Ciclo FEL, estudio de vigilancia tecnológica. (Elaboración propia)

4.7 Marco conceptual

Con respecto a la (figura 7), se busca el planteamiento de cómo va ser la investigación, uniendo cada aspecto el cual permitirá interpretar el proceso de vigilancia tecnológica, logrando así buscar el mejor sistema para la purificación de las aguas, logrando generar una mejor calidad de vida para las personas del municipio y por último establecer la búsqueda de patentes de artículos que se han desarrollado en los últimos años con el fin de encontrar el mejor sistema de purificación de aguas subterráneas.

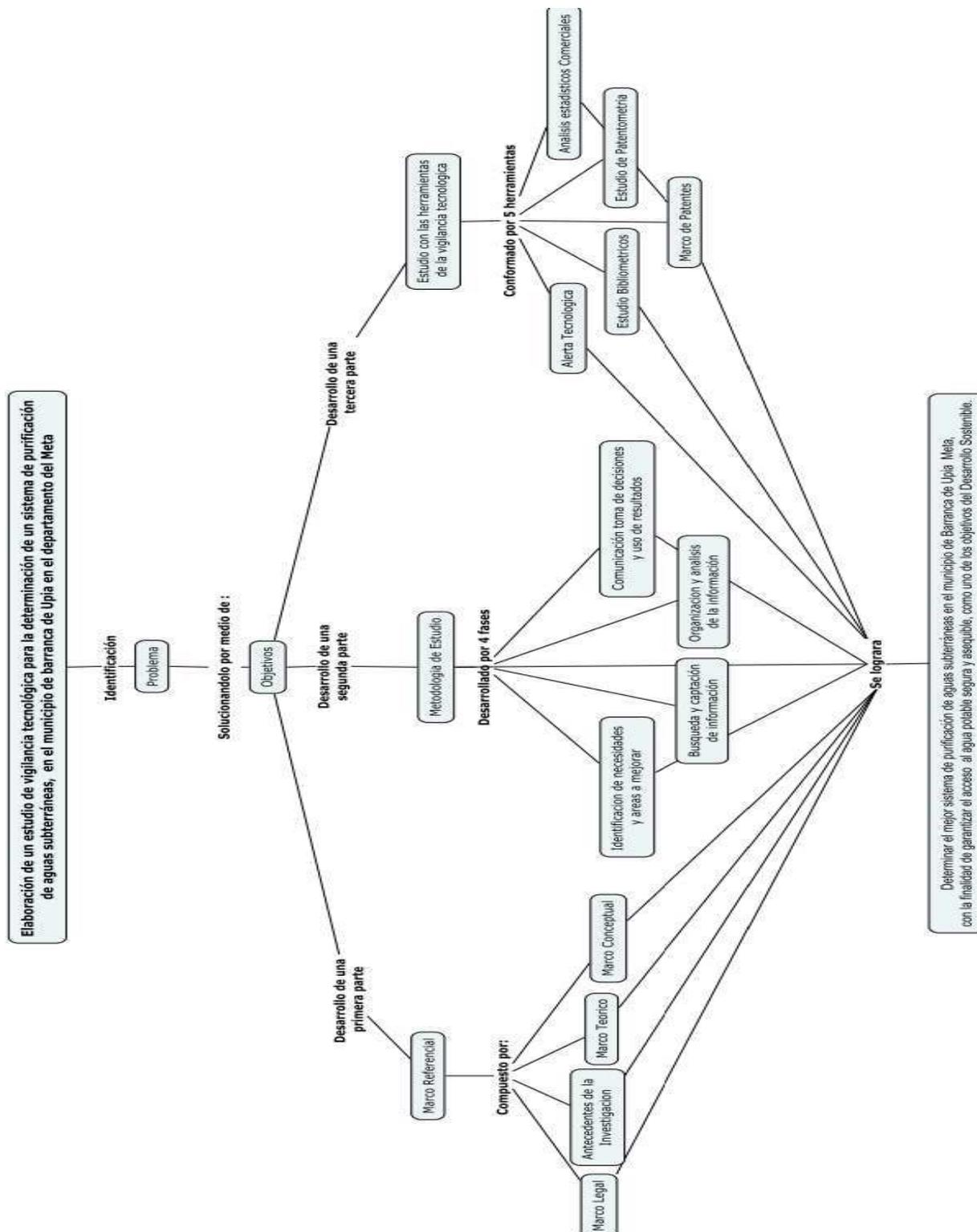


Figura 9. Proceso metodológico, (elaboración propia)

- **Acuífero o embalse de agua subterránea:** Formación mineral la cual puede acumular mucha agua subterránea, se puede extraer para el consumo, teniendo en cuenta que también puede salir contaminada.
- **Agua:** Es una fase líquida formada por partes de oxígeno e hidrógeno.
- **Agua potable:** Líquido que por cumplir todas las características de la norma puede ser consumido sin efectos adversos en la salud.
- **Aguas subterráneas:** Agua del subsuelo ya sea debajo del suelo o del fondo marino, la cual puede salir de forma natural o extraída.
- **Contaminación, Contaminante:** Agentes malignos que pueden causar daño a cualquier especie por sus diferentes componentes.
- **Sequía:** Periodos muy largos de escasez de agua por cambios climáticos que afectan las actividades de una comunidad.
- **Tratamiento o potabilización:** proceso que se realiza con el agua para poder ser consumida por las personas, teniendo en cuenta su paso a paso con agentes químicos o naturales.
- **Vulnerabilidad:** Incapacidad de una población para afrontar cambios climáticos o fenómenos externos, ya que tienen que adaptarse a nuevas situaciones para que así puedan desafiar estas nuevas condiciones.
- **Acuífero:** Espacio subterráneo el cual sirve para acumular agua, el agua no es apta para el consumo.

4.8 Marco legal

4.8.1 Normograma.

Tabla 3.

Normatividad relacionada con aguas en el departamento del meta

N o	Docum ento	Núm ero	Fecha	Conteni do	Ente emisor	Orden
56	Resoluc ión	2115	22/06/2 007	Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.	Minist erio de Protecció n Social	Nacion al
57	Decreto	1575	09/05/2 007	Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano	Minist erio de Protecció n Social	Nacion al

58	Circular	8	08/02/2013	Instrucciones para la intensificación de las acciones de vigilancia, prevención, atención y control del Dengue y Dengue Grave en Colombia, 2013.	Ministerio de Protección Social	Nacional
11	Resolución 1096	1096	17/11/2000	"Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS"	Ministerio de Desarrollo Económico	Nacional

Nota. Normograma, normatividad aguas. (Elaboración propia).

Tabla 4.

Normativa vigente en materia de aguas subterráneas, enmarcada en objetivos de la PNGIRH.

Objetivo	Estrategia	Aspecto regulado	Norma
Oferta	Conocimiento.	Investigación de aguas subterráneas.	Decreto 1541/78, art 178.
		Sistema nacional de investigación ambiental.	Decreto 1600/94, art 7 a 10.
		Permisos de exploración.	Decreto 1541/78, art 146 a 154.
		Estudios hidrogeológicos.	Ley 373/97, art 10.

		<p>Sistema nacional de información ambiental.</p> <p>Pago por servicios ambientales.</p> <p>Planes de manejo ambiental de acuíferos.</p> <p>Protección de zonas recarga.</p>	<p>Decreto 2811/74, art 20 a 24</p> <p>Decreto 1541/78, art 172.</p> <p>Ley 1450/11, art 210</p> <p>Decreto 1640/12 art 5 par 1 , 35 par y 61 a 65.</p> <p>Ley 99/93, art 1.4.</p> <p>Decreto 3600/07, art 4.</p> <p>Decreto 2372/10, art 99.</p>
Demanda	Caracterizar y cuantificar.	<p>Sistema de información de recursos hídrico.</p> <p>Registro de usuario del recurso hídrico.</p> <p>Subsistema de información sobre uso de recursos naturales renovables-SIUR y registro Único ambiental-RUA.</p> <p>Módulos de consumo y metas de uso eficiente.</p> <p>Medición de consumos.</p>	<p>Decreto 1323/07.</p> <p>Decreto 2811/74 art 64 a 66.</p> <p>Decreto 1541/78 art 257 a 265.</p> <p>Decreto 303/12.</p> <p>Resolución 941/09.</p> <p>Decreto 1541/78 art 110.</p> <p>Ley 373/97 art 4 y 7.</p>

		Caudal explotable.	Decreto 2811/74 art 120 a 122. Decreto 1541/78 art 164-G, 171 y 199. R 872/06 art 1, 3 y 4.
--	--	--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota. Normograma, normatividad aguas. (Elaboración propia).

Tabla 5.

Instrumentos de gestión de las aguas subterráneas.

Instrumentos de planificación	Planes de manejo ambiental de acuíferos.	Decreto 1640/2012.
	Ordenamiento de recursos hídricos.	Decreto 3930/10 art 4 y subsiguientes.
	Gestión de riesgos en la planeación.	Ley 1523/12 art 31 y subsiguientes.
	Determinante de planes de ordenamiento territorial.	Ley 388/91 art 10.
	Protección de las zonas de recarga de acuíferos.	Ley 99/93 art 1.4.
Instrumentos de regulación (comando y control)	Permisos de exploración de aguas subterráneas.	Decreto 1541/78 art 146 y subsiguientes.
	Concesiones de aguas subterráneas.	Decreto 2811/74 art 88. Decreto 1541/78 art 155.
	Reglamentación del uso de aguas.	Decreto 2874/ art 156 y 157. Decreto 1541/78 art 107.
	Permisos de vertimiento a suelo.	Decreto 3930/10 art 41.
	Reglamentación de vertimientos.	Decreto 3930/10 art 65. Ley 373/97.

	<p>Planes uso eficiente y ahorro de agua.</p> <p>Medidas preventivas y sanciones por infracción de normas o daño ambiental.</p>	<p>Ley 1333/09. Decreto 3678/10.</p>
Instrumentos económicos	<p>Tasas por uso de aguas.</p> <p>Tasa retributivas y compensatorias.</p> <p>Deducciones por inversión en control y mejoramiento del medio ambiente.</p> <p>Exención de IVA para sistemas de control y monitoreo ambiental.</p>	<p>Ley 99/93 art 43. Decreto 0155/04. Resolución 0240/04. Resolución 0872/06.</p> <p>Ley 99/93 art 43. Decreto 0155/04. Resolución 0240/04. Resolución 0872/06.</p> <p>Decreto 3172/03.</p> <p>Decreto 2532/01.</p>

Instrumentos de información	<p>Sistema nacional de información ambiental.</p> <p>Sistema de información de recursos hídricos.</p> <p>Registro de usuarios del recurso hídrico.</p>	<p>Decreto 2811/74 art 20. Ley 99/93 art 74. Decreto 1600/94 art 1 a 6. Decreto 2370/09.</p> <p>Decreto 1323/07.</p> <p>Decreto ley 2811/74 art 64. Decreto 1541/78 art 257. Decreto 303/12.</p>
-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Objetivo	Estrategia	Aspecto regulado	Norma
Demanda	<p>Usuarios en GIRH.</p> <p>Uso eficiente y sostenible.</p>	<p>Planes departamentales de agua.</p> <p>Uso eficiente y ahorro de agua.</p>	<p>Decreto 3200/08. Ley 1450/11 art 21.</p> <p>Decreto 2811/ 74 art 133. Ley 373/97.</p>

Calidad	<p>Ordenamiento y reglamentación.</p> <p>Reducción de la contaminación.</p> <p>Monitoreo, seguimiento y evolución.</p>	<p>Ordenamiento de recursos hídricos.</p> <p>Reglamentación de uso de aguas.</p> <p>Reglamentación de vertimientos.</p> <p>Prevención y control de la contaminación.</p> <p>Reconversión a tecnologías limpias.</p> <p>Protocolos para el monitoreo y seguimiento.</p> <p>Acreditación y certificación de laboratorios ambientales.</p>	<p>Decreto 3930/10 art 4 a 8.</p> <p>Decreto 2811/74 art 156 y 157. Decreto 1541/78 art 173.</p> <p>Decreto 3930/10 art 65 a 73.</p> <p>Decreto 2811/74 art 134. Decreto 1541/78 art 166 a 177. Decreto 1575/07. Decreto 3930/10 art 24-2, 28 y 76.</p> <p>Decreto 3930/10 art 61.</p> <p>Decreto 3930/10 art 34. R 941/09 art 2. R 1023/10.</p> <p>Decreto 1600/94 art 5.</p>
---------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Riesgo	<p>Información y conocimiento.</p> <p>El riesgo en los instrumentos de planificación.</p> <p>Medidas de reducción y adaptación.</p>	<p>Planes de gestión del riesgo.</p> <p>Sistema nacional de información para la gestión del riesgo de desastre.</p> <p>Mapas de riesgo.</p> <p>Planes de contingencia.</p> <p>Gestión de riesgo en el manejo de vertimientos.</p> <p>Instrumentos de planificación para la gestión del riesgo.</p> <p>Plan nacional de adaptación al cambio climático.</p>	<p>Ley 1523/12 art 32 a 37.</p> <p>Ley 1523/12 art 45 y 46.</p> <p>Decreto 1575/07 art 15. R 4716/10.</p> <p>Decreto 321/99.</p> <p>Decreto 3930/10 art 35 y 44.</p> <p>Ley 1523/12 art 31 y 38 a 42.</p> <p>Ley 1450/11 art 217.</p>
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota. Normograma, normatividad aguas. (Elaboración propia)

5 Marco metodológico

5.1 Tipo de investigación

La investigación que se presenta es descriptiva, con enfoque mixto la cual (Sampieri, 2010) la describe como:

“Describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren”.(p. 92).

En este trabajo lo que se busca es determinar la propuesta de un sistema para la purificación de aguas subterráneas en el municipio de barranca de Upia en el departamento del meta, permitiendo evidenciar cómo afecta su diario vivir, por esto la investigación se basa en la recolección de datos, para buscar una innovación tecnológica con el fin de dar una mejor calidad de vida a las personas como se muestra en la figura 10.

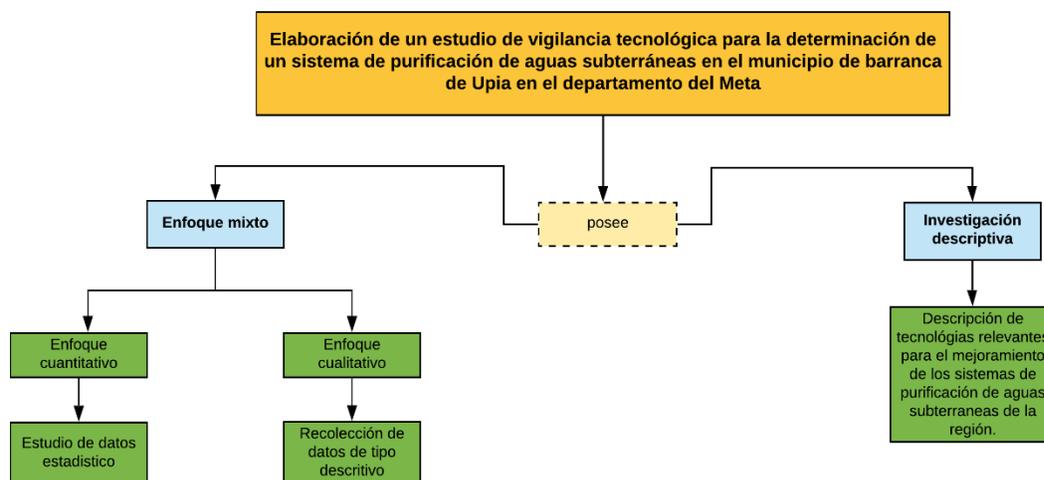


figura 10. Tipo y enfoque de investigación del proyecto. (Sampieri, 2010)

5.2 Alcances de la investigación.

Esta investigación descriptivo, exploratorio y causal ya que permitirá resaltar el comportamiento del municipio bajo la implementación de este proyecto.

- En la fase de Planeación de Proyecto se llegará a definir el modelo a seguir con ayuda de la vigilancia tecnológica.
- En la fase de Construcción e Instalación se llegará hasta la implementación del sistema en el área seleccionada.
- En la fase de Transferencia Tecnológica se llegará a concientizar a las personas del municipio en el cuidado del recurso y en darle el máximo aprovechamiento, por medio, charlas y divulgación web.

5.3 Hipótesis de investigación

- **H1:** Una de las mayores causas de enfermedades en personas de bajos recursos en zonas rurales, en la ingesta aguas subterráneas, con exceso de materiales como hierro manganeso en alta carga.
- **H2:** La innovación de tecnologías que permitan la purificación de aguas, es de difícil acceso para las personas de escasos recursos.
- **H3:** El estudio de vigilancia tecnológica ayudará a generar una propuesta de mejora que logre aumentar la calidad de vida de esta población al momento de utilizarla en el día a día.
- **H4:** El estudio de vigilancia tecnológica ayudará a la futura toma de decisiones al momento de desarrollar una tecnología capaz de purificar el agua, ayudado a aumentar la calidad de vida de la población.

5.4 Población objetivo

En el departamento de meta encontramos Barranca de Upia, que es donde se encontró el problema de aguas no aptas para el consumo lo cual es una de las causas del desabastecimiento y mal aprovechamiento del agua, en la figura 10 encontramos el mapa de la región donde se puede observar las diferentes veredas que se encuentran en el municipio que cuenta con 3926 habitantes y nuestra población objetivo se ubica en la vereda las Moras con un aproximado de 80 familias.



Figura 11. Mapa político Barranca de Upia Meta. (Barranca de Upia, 2019)

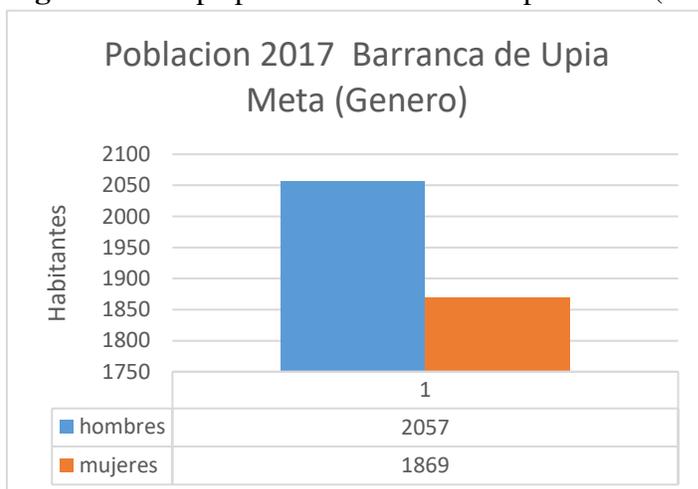


Figura 12. Población del municipio de barranca de Upia tipificada por sexo. (Elaboración propia).

Del total de la población de barranca de Upia el 47.6% son mujeres y el 52.4% son hombre y en la siguiente tabla encontramos la estructura a de la población por sexo y edad.

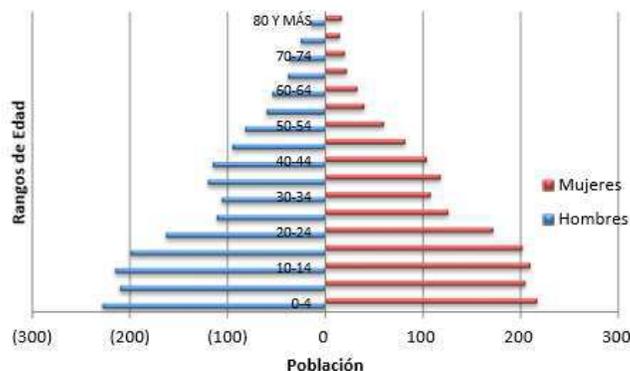


Figura 13. Pirámide poblacional Barranca de Upia sexo-edad. (Alcaldía, 2011)

5.4 Proceso metodológico

El proceso a desarrollar este proyecto se regirá bajo la propuesta OVITT, que es la vigilancia tecnológica donde se realizarán los siguientes puntos:

- **Diagnóstico:** En este punto se evidenciará el conocimiento de la población frente a la problemática por medio de encuestas y observación.
- **Búsqueda de información:** en este punto se realiza la búsqueda de patentes de las posibles soluciones para la problemática.
- **Análisis de la información:** En este punto de acuerdo a la investigación realizada anteriormente se buscará la mejor opción para solucionar nuestra problemática.
- **Valoración de la información relevante:** En este caso se utilizará el método de la casa de la calidad para tomar la decisión adecuada de que prototipo se utilizará para nuestra problemática.
- **Difusión y comunicación:** En este punto se convocará a una junta de acción con los entes involucrados en la región para mostrar el modelo escogido mostrando sus características.
- **Orientación en la toma de decisiones:** En este punto por medio de la alcaldía se dará a conocer el proyecto a la comunidad por medio de una charla con el fin de que estén al tanto de lo que se está desarrollando en pro del pueblo.

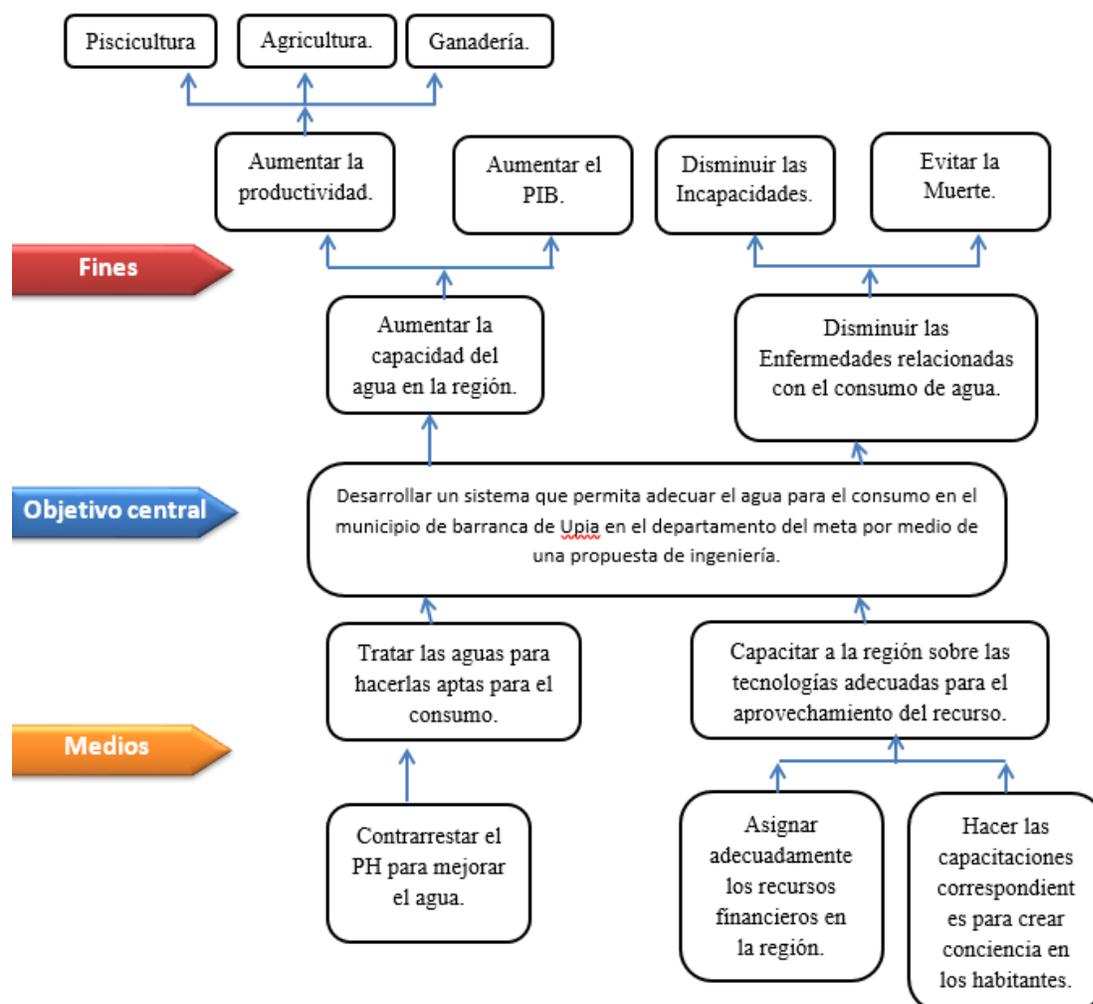


Figura 14. Árbol de objetivos (Elaboración propia)

5.5 Sistematización de los objetivos

Tabla 6.

Sistematización de los objetivos

Objetivo específico	Sistematización del objetivo	Variable objetivo	Proceso metodológico	Instrumentos de recolección de información
Identificar los sistemas para la purificación de aguas a	¿Cuál es mejor sistemas para la purificación de aguas a partir	Espacio público y privado	Identificar la localización del pueblo, recopilar la información	Información digital, documentos, imágenes

partir de un estudio de vigilancia tecnológica.	de un estudio de vigilancia tecnológica?		de seguridad y administración pública de barranca de Upia.	
Determinar el sistema adecuado para la purificación de aguas subterráneas.	¿Cuál es el sistema que permite la mejor purificación de aguas subterráneas?	<ul style="list-style-type: none"> • Social • Económico 	<p>Determinar la mejor calidad de aguas subterráneas para los habitantes del municipio de barranca de Upia.</p> <p>Elegir la opción más conveniente para el municipio teniendo en cuenta el costo</p>	<p>Observación y encuestas.</p> <p>Información oficial, videos, documentación .</p>
Incluir a los entes encargados del municipio de Barranca de Upia sobre la creación de conciencia para la protección y adecuado uso del recurso no renovable (agua).	¿Cuál es la ventaja de incluir a los entes encargados del municipio en el desarrollo del proyecto?	Social	Crear conciencia de la importancia del agua y tener el apoyo de los diferentes entes para la realización del proyecto	Charlas
Documentar el proceso realizado en	¿Para qué documentar el desarrollo del proyecto?	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento 	Entregar el paso a paso del proyecto para posible	Información realizada, documentos.

el desarrollo del proyecto.		<ul style="list-style-type: none"> • Social 	investigación en la región. Llegar a la mayor cantidad de la población creando conciencia sobre el recurso no renovable.	Material audiovisual.
Realizar la transferencia tecnológica a la comunidad del municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta	¿Cómo contribuye la transferencia tecnológica a la realización del proyecto?	social	Por medio de la transferencia de conocimiento llegar a impulsar y motivar a la gente de la comunidad para la realización de proyectos que ayuden al municipio.	Charlas y material audiovisual

Nota. Matriz de sistematización de objetivos en donde se relacionan el proceso metodológico en función a cada objetivo. (Elaboración propia).

5.6 Tamaño poblacional y muestra

Según (Fidias G, 2012)“La obtención del muestreo se realizará por medio del muestreo aleatorio simple, donde el nivel de confianza será de un 95%, el error que se aceptara es del 5% y el porcentaje de aceptación será de un 50%”. (p. 88)

- N = Tamaño de la población
- Z = Nivel de confianza
- q = Porcentaje de rechazo
- P = Porcentaje de aceptación
- e = error máximo permitido
- $p * q$ = es la varianza de la proporción.

5.6.1 Fórmulas.

5.6.1.1 Muestreo aleatorio simple.

$$n = \frac{N \times z^2 \times p \times q}{(N-1) \times e^2 + z^2 \times p \times q} \quad \text{Ecuación 1}$$

5.6.1.2 Varianza de la proporción.

$$p + q = 1 \quad \text{Ecuación 2}$$

5.6.1.3 Nivel de confianza.

$$1 - \alpha = z \quad \text{Ecuación 3}$$

5.7 Bases de datos de publicaciones y artículos científicos

5.7.1 IEEE Xplore.

La búsqueda encontrada de los documentos que contengan información sobre “filters for water purification” de la base de datos IEEE Xplore fue de 27.

- N = 27 Artículos
- $1 - \alpha = 95\%$
- Z = 1,96
- P = 0,5
- $q = 1 - 0,5 = 0,5$
- $e = 0,05$

$$n = \frac{27 \times 1,96^2 \times 0,6 \times 0,4}{(27-1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = 25,29 \text{ Articulos} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$n = 26 \text{ Articulos}$$

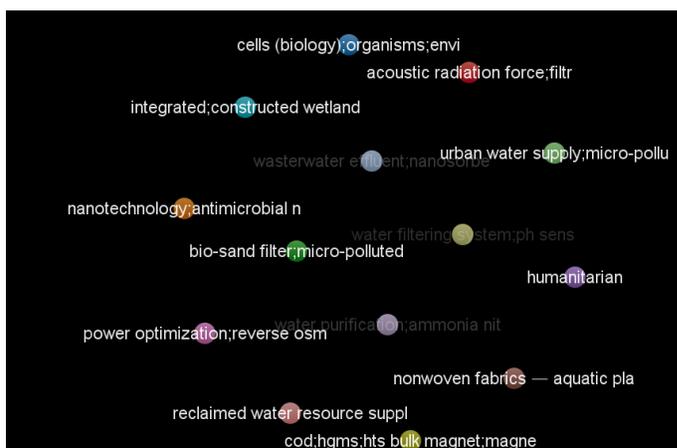


Figura 15. Matriz relacional de artículos por software VOSviewer identificando la relación entre artículos. (Elaboración propia).

5.7.2 Dart Europe.

La búsqueda encontrada de los documentos que contengan información sobre “filters for water purification” de la base de datos Dart Europe fue de 12.

- N = 93 Artículos
- $1 - \alpha = 95\%$
- $Z = 1,96$
- $P = 0,5$
- $q = 1 - 0,5 = 0,5$
- $e = 0,05$

$$n = \frac{93 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{(93-1) \times e 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = 75.03 \text{ Articulos} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$n = 75 \text{ Articulos}$$

A continuación, realizamos un análisis grafico detallado en donde evidenciamos la tendencia de innovación y desarrollo de estudios relacionados con el tratamiento de aguas en los últimos años como se puede ver en la figura 16 y 17.

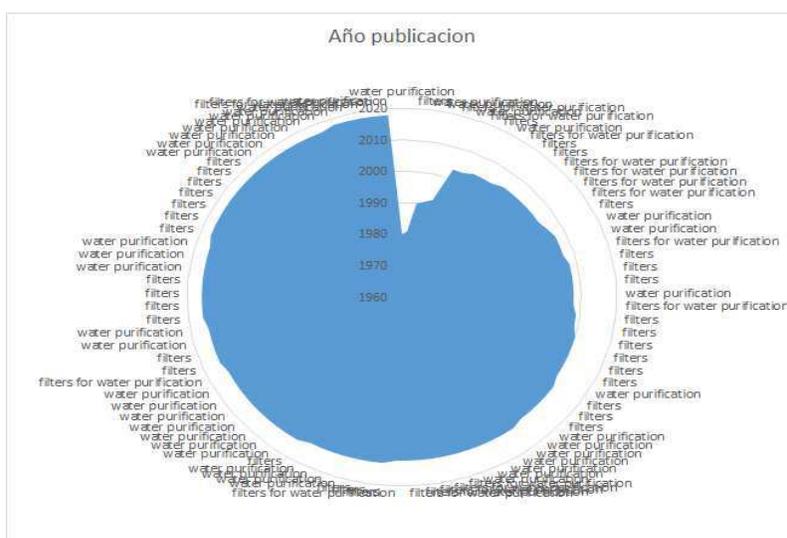


Figura 16. Grafica radial-relacional de artículos publicados en los últimos años con forme al método de búsqueda. (Elaboración propia)

Como podemos evidenciar desde el año 1960 hasta 1980 encontramos que se realizaron pocos estudios respecto al agua y a filtros de purificación, en cambio como podemos observar hay un cambio bastante pronunciado de los años 80 a la actualidad.

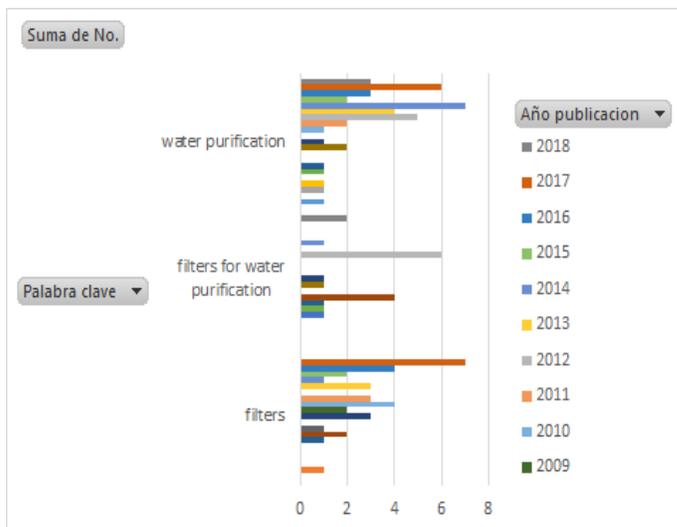


Figura 17. Gráfico de barras de número de publicaciones realizadas por palabra claves en determinado año. (Elaboración propia).

Como podemos evidenciar en los años 2016 y 2017 es donde se han realizado más estudios respecto a la purificación de agua ya que para la actualidad hay un problema latente que es cuidar nuestro recurso. Con eso terminamos nuestro marco metodológico para continuar con los resultados de la investigación.

5.8 Proceso metodológico

con respecto al proceso metodológico se va a mostrar las diferentes características que se puedan evaluar en un estudio de vigilancia tecnológica, donde la investigación avanza de acuerdo a cómo se va recopilando la información y según la OVTT se realizarán los siguientes análisis.

- estudio bibliométrico
- mapeo de patentes
- estudio de patentes

Al desarrollar cada uno de estos estudios, nos daremos cuenta cual será el más adecuado para desarrollar la propuesta para la determinación de un sistema de purificación de aguas subterráneas en el municipio de Barranca de Upiá en el departamento del Meta. (OVTT, 2019)

5.8.1 Tratamiento de la información.

Durante el desarrollo del proyecto se recolecta la información de cálculos estadísticos con el programa de SPSS involucrando las siguientes herramientas.

5.8.1.1 El Coeficiente de Cronbach.

Según Quero (2010) los paquetes estadísticos permiten realizar los análisis internos de las diferentes consistencias de acuerdo a cada ítem del instrumento. Este análisis determina el grado de relación con cada ítem, los medios que se utilizan para este tienen que tener una escala Likert, para poder ser tabulados y se sugieren que si el coeficiente alfa es excelente si se encuentra en 0.9, bueno 0.8, aceptable 0.7, cuestionable 0.6, pobre 0.5 y menor a este inaceptable. (Quero, 2019)

5.8.1.2 Análisis ANOVA.

Este análisis prueba que las medidas de las hipótesis de dos o más poblaciones sean iguales, también evalúa las variables y la importancia de los diferentes factores y a su vez los compara para ver su relación. Estos análisis también requieren que tengan una distribución normal y una varianza aproximadamente igual entre los factores.

5.8.1.3 Matriz DOFA.

Según Espinosa (2013) el objetivo de esta matriz es dar un diagnóstico para la toma de decisiones estratégicas. Esta matriz permite analizar las oportunidades como amenazas que presenta nuestro mercado y las debilidades y fortalezas de nuestra entidad. (Espinosa, 2019)

5.8.1.4 Análisis Clúster.

Según (Fernandez, 2019) el objetivo de este es agrupar clusters con el fin de formar un nuevo o separar alguno que ya existan para crear dos de forma que se aumente una medida de similar o se minimice alguna distancia. Para poder realizar este análisis tenemos como ayuda el programa SPSS el cual nos ayuda con el análisis de los datos.

5.8.1.5 Análisis factorial.

Según (Fernandez, 2019), este análisis reduce a la búsqueda para localizar las distintas medidas partiendo de las variables originales, y las nuevas medidas expliquen toda la varianza presente en las variables originales y por último busca el número más bajo de dimensiones capaces de explicar la mayor información contenida en los datos.

6 Resultados de la investigación

6.1 Estudio situacional

6.1.1 Estado actual de la planta de tratamiento y red de acueducto.

6.1.1.1 Planta de tratamiento.

La planta de tratamiento del municipio que visualizamos en la figura 18 se encuentra ubicada al noroeste del municipio a unos 5.6 Km. la planta está conformada por todos los procesos de tratamiento (mezcla rápida floculación, decantación, filtración y desinfección) la capacidad teórica total de tratamiento es de 9 l/s.



Figura 18. Planta de tratamiento municipal. (Elaboración propia).

Para evaluar la calidad del agua de la fuente, se toma una muestra de agua tomada en la captación y se le realizó el estudio de calidad de aguas con los ensayos mínimos requeridos por el decreto 38924 del 2015. con este análisis se obtuvo que el agua de la fuente presenta 41 UFC/100 de coliforme totales. Por otra parte, el agua de la fuente presenta sólidos en suspensión totales y sólidos disueltos con concentraciones de 1 y 8 mg/l respectivamente que están por encima del valor admisible para el consumo humano y para evaluar la calidad del agua se realizaron los ensayos respectivos los cuales se resumen en la tabla 7.

Tabla 7.

Estado del agua

Parámetro	Unidad	Valor admisible	Fuente pavitos
Color	UPC	15	1
Turbiedad	UNT	5	2
ph	unidad	6.5-9.0	6.93
Alcalinidad total	mg CaCo3/L	100	3

Acidez total	mg CaCo3/L	50	15
Conductividad	uS/cm - 25°C	50-100	8
Dureza total	mg CaCo3/L	160	6
Calcio	mg CaCo3/L	60	1
Manganesio	mg/L Mg	36	1
Hierro	mg FE/L	0.3	0.1
Nitritos	mg/L N	0.1	0.01
Fluoruro	mg F/L	1.2	
Cloruros	mg SO4/L	250	1.6
Sulfatos	mg/ Cl/L	250	2
Sólidos totales	mg/L	<=500	9
Análisis Microbiológico	-	-	-
Coliformes totales	UFC 100/mL	0	41
Coliformes fecales	UFC 100/mL	0	0

Nota: Estado actual del agua proveniente del caño Los Pavitos el cual abastece la planta de tratamiento. (Aquaupia, 2019).

En la tabla anterior se aprecia que el agua de la fuente Pavitos solo presente una conductividad baja y menos de 50 UFC/100 mL de coliformes totales. A este tipo de fuentes, el Resolución 0330 del 2017 las clasifica como aceptables, lo que quiere decir que tiene bajos rangos de polución, pero aun así requiere algunos procesos para hacerlas aptas para el consumo humano. estos son como mínimo: la remoción del material flotante de las fuentes superficiales mediante cribado con rejillas, seguido de los procesos de desinfección y ajuste de pH si se justifica.

Los datos del clima tomados durante el año 2018 respecto a la temperatura y precipitación, fueron tomados en la estación climatológica localizada a los 04° 34´ de latitud norte y 72° 58´ de longitud oeste de Greenwish a un altura de 225 msnm, en la siguiente tabla el resumen con los valores tomados.

Tabla 8.

Precipitación y temperatura

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	A anual
Temperatura (c°)	2 7.6	2 8.1	2 8.0	2 6.6	2 5.7	2 4.9	2 4.6	2 5.2	2 5.7	2 5.9	2 6.5	2 6.8	2 6.3
Precipit	1	7	1	3	3	3	3	2	2	2	1	5	2

acción (mm)	4.1	3.5	16.7	15.3	89.7	68.7	27.9	98.9	58.5	71.0	41.5	4.3	19.2
Días con precipitación (mm)	2	5	8	18	12	23	22	20	17	16	12	4	14

Nota: Los valores de esta tabla fueron siniestrados por la empresa de acueducto del municipio. (Aquaupia, 2019).

En base a lo anterior nos damos cuenta que la estación cercana a la cuenca que abastece al municipio permite caracterizar la microcuenca del caño Pavitos como lo son temperatura, precipitación, morfometría y captación.

- **Temperatura:** La temperatura media es de 26.3 C°. La temperatura más alta se presenta en enero y marzo con valores entre 27.6 y 28.1 C°, mientras que las temperaturas más bajas se encuentran en los meses junio, julio y agosto con valores entre 24.6 y 25.2 C°.
- **Precipitación:** La precipitación del sector es de 219.2mm. las precipitaciones más altas se presentan en el mes de mayo y junio con valores entre 389.7 y 368.7mm mientras que en los meses de menor precipitación son diciembre enero y febrero con valores entre 14.1 y 73.5mm.
- **Morfometría:** La microcuenca del caño Pavitos tiene un área de 6.43 Km², con un perímetro de 11.44Km y una longitud axial de 5.14 Km, que drena un caudal medio de 0.839m³/s y un caudal máximo de 1.755m³/s. En época de verano el caudal se reduce un 10% aproximadamente del caudal medio.
- **Captación:** La captación se hace tomando el agua de una pequeña presa que tiene una altura de 1.5m, mediante dos tuberías de 8" en HF y 4" PVC respectivamente, las cuales comunican la presa con una cámara de rebose 1.0 X 1.8m y 1m de altura. de la cámara de rebose sale dos tuberías de 8" HF y otra 8" de PVC la primera retorna el agua al río y la segunda conduce el agua hacia el tanque de almacenamiento. Ambas tuberías tienen una válvula de compuerta para controlar el flujo que sale de la cámara. Con el fin de tomar más agua de la fuente, el muro central de la cámara de rebose fue derribado y la válvula de rebose fue cerrada completamente como se evidencia en la figura 19.

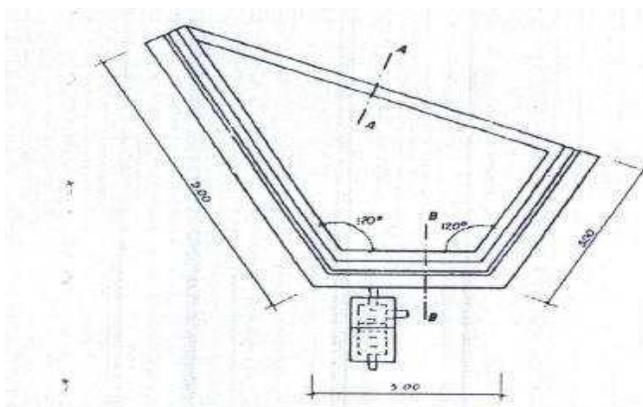


Figura 19. vista en planta de la planta y la cámara de rebose. (Aquaupia, 2019)

6.1.1.2 Estado actual del acueducto.

La red de distribución del acueducto comprende desde la salida del tanque de almacenamiento, incluyendo completamente las redes primarias y secundarias con sus respectivos accesorios. Actualmente el servicio de acueducto de Aquaupia tiene una cobertura de 88% la red de distribución de agua potable está conformada por tuberías de PVC en diámetros que van desde 6" reduciéndose a 4", 3", 2", 1". se cuenta aproximadamente 11.2 Km de tubería menor a 4" discriminada por diámetro, así como lo muestra la siguiente tabla 9.

Tabla 9.
Longitud de tubería por diámetro

Diámetro nominal (plg)	Longitud (m)
1	342.6
2	8174.1
3	969.9
4	1482.9
6	5600
Total	16569.5

Nota: Capacidad instalada de tubería en el municipio. (Aquaupia, 2019).

La tubería que conduce el agua hasta el municipio tiene una longitud aproximada de 5.6 Km en 6" PVC. Dicha tubería pasa por el costado derecho de la vía que va a Pavitos y luego, al pasar por la vía que va a San Ignacio, continúa por el costado izquierdo hasta llegar al municipio. La tubería en 6" PVC proveniente del tanque, al llegar al municipio se reduce a 4" para conectarse con la tubería perimetral que comprende la calle 12 a la 9 entre la calle 2 y 6, de donde salen 5 alimentaciones para las redes secundarias del municipio como lo muestra la figura 20.

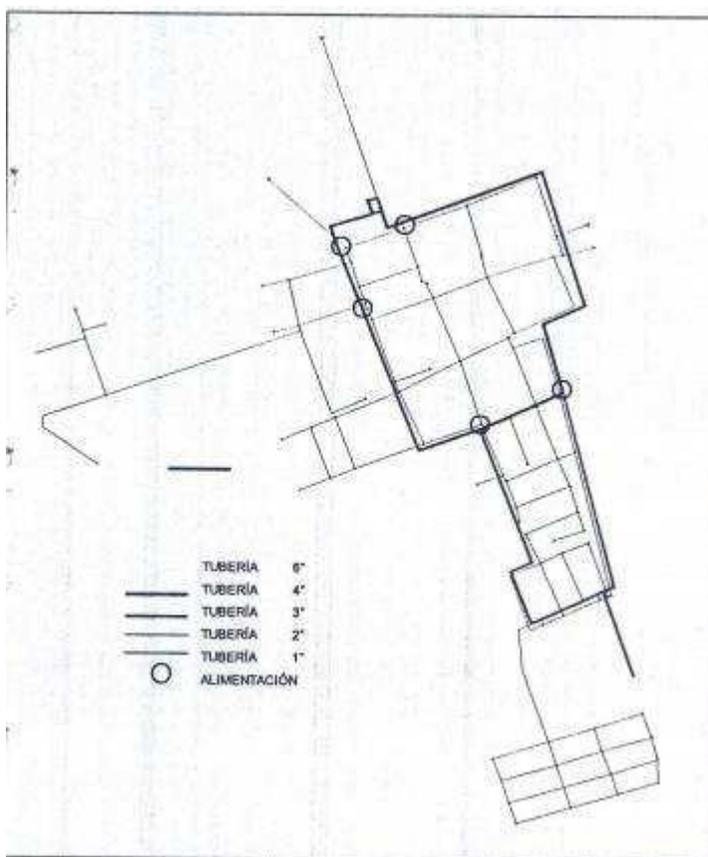


Figura 20. Red de distribución vista en planta de Barranca de Upia (Aquaupia, 2019).

La red de distribución se encuentra en buen estado, los diámetros son los adecuados para la distribución de agua potable y están conformes con lo establecido por la RAS.

6.1.1.3 Análisis DOFA, estado acueducto.

Para evaluar el estado actual de la red de acueducto realizamos un estudio por medio de la matriz DOFA, con el fin de sintetizar, el panorama actual de la distribución de agua del municipio y planear posibles estrategias de mejora.

Oportunidades	Amenazas
Control de cormarcarena Cofinanciación con Municipios y entidades del orden Departamental para ampliación de la cobertura en acueductos regionales Controles de las SSP Ley 142 de 1994 Ley 286 de 1996 Ley 226 de 1997 Ley 373 del 1997	Contaminación y deforestación de las cuencas Agentes ambientales Agentes antrópicos
Fortalezas	Debilidades
Acueductos individuales y algunos Veredales. Disponibilidad del recurso hídrico para surtir los acueductos	Escasos acueductos regionales. No hay tratamiento en ningún acueducto Deforestación de cuencas. Uso irracional del agua.

Figura 21. Matriz de vulnerabilidad del acueducto. (Elaboración propia).

Fortalezas	Impacto			Oportunidades	Impacto		
	Alto	Medio	Bajo		Alto	Medio	Bajo
Acueductos individuales y algunos Veredales.		X		Control de cormarcarena	X		
Disponibilidad del recurso hídrico para surtir los acueductos	X			Cofinanciación con Municipios y entidades del orden Departamental para ampliación de la cobertura en acueductos regionales		X	
				Controles de las SSP			X
				Ley 142 de 1994		X	
				Ley 286 de 1996	X		
				Ley 226 de 1997		X	
				Ley 373 del 1997	X		
Debilidades	Alto	Medio	Bajo	Amenazas	Alto	Medio	Bajo
Escasos acueductos regionales.	X			Contaminación y deforestación de las cuencas	X		
Escasos procesos de potabilización en acueducto existentes	X			Agentes ambientales	X		
Deforestación de cuencas.		X		Agentes antrópicos		X	
Uso irracional del agua.		X					

Figura 22. Matriz de ponderación DOFA. (Elaboración propia).

	Oportunidades	Amenazas
	1) Control de cormarcarena	2) Contaminación y deforestación de las cuencas
	2) Ley 286 de 1996	3) Agentes ambientales
	3) Ley 373 del 1997	
Fortalezas	Estrategias FO	Estrategias FA
1) Disponibilidad del recurso hídrico para surtir los acueductos	1) Desarrollo de nuevas tecnologías, que permitan cumplir con las normas establecidas. 2) Asociaciones con nuevos inversionistas, para mantener, mejorar y prevenir el desgaste del acueducto.	1) Diseñar un programa que permita mejorar el aprovechamiento del acueducto y evitando el desabastecimiento de los recursos naturales para aumentar el surtido del recurso. 2) Preparar estrategias de mejora en la protección del medio ambiente con el fin de mejorar la captación del recurso.
Debilidades	Estrategias DO	Estrategias DA
1) Escasos acueductos regionales.	1) Iniciar desarrollos de nuevos proyectos para llevar el acueducto a todo el municipio.	1) Iniciar un programa de desarrollo donde ayude a mantener los recursos naturales para aumentar la productividad.
2) Escasos procesos de potabilización en acueductos existentes	2) Aprovechar la asociaciones existentes con el fin de nuevas inversiones para mejorar la potabilización del recurso. 3) Iniciar un programa de capacitación que permita capacitar a al municipio sobre los diferentes métodos para mejorar la calidad de agua.	2) Diseñar programas de capacitación que permita generar un mejor aprovechamiento de los recursos naturales en el municipio. 3) Llegar a acuerdos con los involucrados con el fin de hacer mejorar la calidad del agua mediante nuevas tecnologías.

Figura 23. Matriz de estrategia del acueducto. (Elaboración propia)

6.1.2 Estado de los recursos hidrológicos.

6.1.2.1 Caño Los Pavitos.

Las microcuencas del caño pavitos cuentan con un área de 10.748.938 m² y un perímetro de 23.673 m, y está ubicada en el municipio de Barranca de Upia En el departamento del meta. esta nace a una altura de 300 m.s.n.m. y entrega sus aguas al caño Los pozones a una altura de 212.5m.s.n.m. formando a su vez parte de la subcuenca del caño Leche miel. Él caño Los Pavitos recibe agua de la quebrada Pavitos que nace en la parte media y baja de la microcuenca. Además, el caño pavito abastece de agua a los habitantes de la cabecera municipal de barranca de Upia y algunas fincas aledañas como lo podemos evidenciar en la imagen 24.

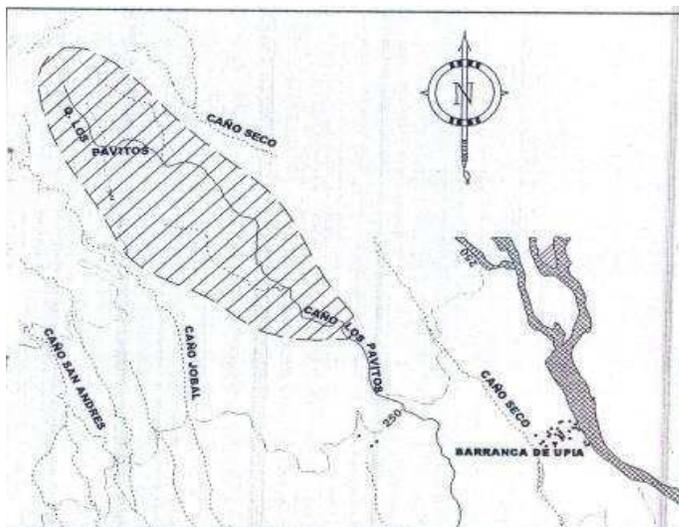


Figura 24. Caño Pavitos (Aquaupia, 2019)

6.1.2.2 Rio Upia.

El municipio de Barranca de Upia cuenta con unos recursos hídricos importantes en la región pues cabe recalcar la Cuenca del río Upia, Adicionalmente todas las extensiones de agua que atraviesan la región por la falla de Guaicaramo, Sin embargo estos recursos hidrológicos con los que cuenta la región no están siendo bien aprovechados por factores que podemos mencionar cómo la falta de conocimiento para el aprovechamiento de los recursos y fuentes hídricas, los procesos y actividades industriales, agropecuarias y agroindustriales ahora que se desarrollan en la región en la figura 25 y 26 podemos evidenciar de manera visual la riqueza del caudal y la extensión de esta fuente hídrica.

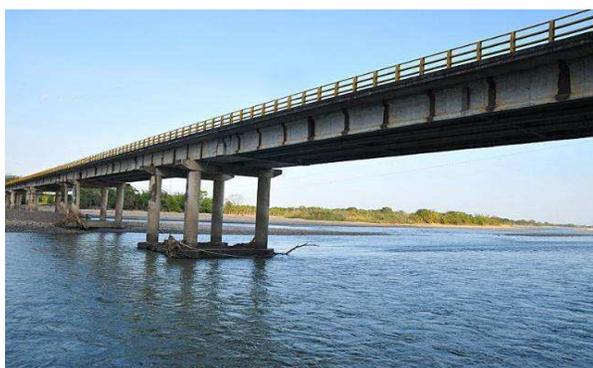


Figura 25. Rio Upia extensión ancho. (Elaboración propia)



Figura 26. Rio Upia extensión largo. (Elaboración propia)

La empresa de agua y alcantarillado del municipio, Aquaupia S.A, Es la encargada del suministro de agua potable y alcantarillado en el municipio, sin embargo el municipio no cuenta con la capacidad instalada en todas sus extensiones para el cubrimiento total de este servicio por tanto una región como barranca lluvia, rica en recursos hídricos carece proceso de potabilización pues tenemos veredas como las moras, el algarrobo, el hijoa y el encanto las cuales no se abastecen de agua con el debido tratamiento para el consumo. A continuación, resaltamos las fuentes hídricas más representativas para la región y las cuales no tienen mucha influencia en el abastecimiento de agua potable para el municipio.

El Rio Upia es la fuente y el recurso hídrico más importante del municipio con una larga extensión encontramos su origen en el lago de tota, y es para la región un afluente hídrico de gran importancia. Sin embargo, las actividades industriales llevadas a cabo en la región tales como la explotación de minerales (canteras), han logrado la disminución de la riqueza y el caudal de esta fuente. El río Upia es importante a la hora de mencionar los acuíferos latentes y existentes en la región pues el caudal de este es el reflejo de las aguas subterráneas yacentes en el municipio. En la región también encontramos algunos ríos y caños que no son menos importantes como lo son el Río Cabuyarito, Caño la Sucia, Caño la Gomera, Caño Tigre, Caño Leche Miel, Caño Galápagos, Caño Fundación, Caño Noval, Caño Guaicaramo, Caño Seco, Caño Negro, Caño la Trinchera, Caño Pavitos, Caño Morantes, Caño La aguada, Caño Carutal, Caño Guadualito, Caño la Macoya y acuíferos superficiales y confinados los cuales aportan demasiado a la riqueza hidrológica de la región.

En cuanto a acuíferos el llano por su composición el piedemonte llanero tiene una de las más grandes reservas en cuanto nos referimos a acuíferos libres y confinados con niveles freáticos muy superficiales, según (IDEAM, 2019)



Figura 27. Acuíferos meta. (IDEAM, 2019).

Teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos hidrológicos realizamos un estudio DOFA en donde analizamos, y evaluamos cada factor importante que afecta positiva o negativamente el estado de los recursos hídricos de la región.

6.1.2.3 Análisis DOFA estado de aguas.

Oportunidades	Amenazas
- Presencia de entidades que ejercen control como Cormacarena y la UMATA.	Agentes ambientales. Desaparición de caudales Actividades industriales relacionadas con la extracción de hidrocarburos
Fortalezas	Debilidades
Río Upía, Río Cabuyarito, Caño la Sucia, Caño la Gomera, Caño Tigre, Caño Leche Miel, Caño Galapagos, Caño Fundación, Caño Joval, Caño Guaicaramo, Caño Seco, Caño Negro, Caño la Trinchera, Caño Pavitos, Caño Morantes, Caño La aguada, Caño Carutal, Caño Guadualito, Caño la Macoya Presencia de acuíferos Presencia de innumerables vertientes. Sensibilización de la comunidad.	Deterioro de cuencas Uso irracional y contaminación del recurso hídrico. Deterioro de áreas protectoras hídricas. Sedimentación.

Figura 28. Matriz de vulnerabilidad del recurso hídrico. (Elaboración propia)

Fortalezas	Impacto			Oportunidades	Impacto		
	Alto	Medio	Bajo		Alto	Medio	Bajo
Río Upía, Río Cabuyarito, Caño la Sucia, Caño la Gomera, Caño Tigre, Caño Leche Miel, Caño Galapagos, Caño Fundación, Caño Joval, Caño Guaicaramo, Caño Seco, Caño Negro, Caño la Trinchera, Caño Pavitos, Caño Morantes, Caño La aguada, Caño Carutal, Caño Guadualito, Caño la Macoya	X			- Presencia de entidades que ejercen control como Cormacarena y la UMATA.	X		
Presencia de acuíferos	X						
Presencia de innumerables vertientes.		X					
Sensibilización de la comunidad.			X				
Debilidades	Alto	Medio	Bajo	Amenazas	Alto	Medio	Bajo
Deterioro de cuencas	X			Agentes ambientales.	X		
Uso irracional y contaminación del recurso hídrico.	X			Desaparición de caudales	X		
Deterioro de áreas protectoras hídricas.		X		Actividades industriales relacionadas con la extracción de hidrocarburos		X	
Sedimentación.			X				

Figura 29. Matriz de ponderación DOFA. (Elaboración propia)

	Oportunidades	Amenazas
	1) Presencia de entidades que ejercen control como Cormacarena y la UMATA.	1) Agentes ambientales.
		2) Desaparición de caudales
Fortalezas	Estrategias FO	Estrategias FA
1) Río Upía, Río Cabuyarito, Caño la Sucia, Caño la Gomera, Caño Tigre, Caño Leche Miel, Caño Galapagos, Caño Fundación, Caño Joval, Caño Guaicaramo, Caño Seco, Caño Negro, Caño la Trinchera, Caño Pavitos, Caño Morantes, Caño La aguada, Caño Carutal, Caño Guadualito, Caño la Macoya	1) Desarrollo de nuevas tecnologías, innovadoras, que permitan el máximo aprovechamiento del agua. 2) Asociaciones con nuevos inversionistas, para el buen aprovechamiento del agua sin afectar los recursos ambientales.	1) Diseñar un programa que permita la captación del recuso en los depositos disponibles minimizando el riesgo de descarga de los caudales y acuíferos. 2) Preparar estrategias de mejora en los procesos existentes con el fin de garantizar la protección y conservación de los acuíferos y
2) Presencia de acuíferos	3) Iniciar la exploracion y estudio de nuevos depositos de aguas subterranas.	3) Iniciar programas de evaluacion y desapeño de los recursos hidricos existentes para aumentar su tiempo de uso.
Debilidades	Estrategias DO	Estrategias DA
1) Deterioro de cuencas	1) Iniciar el desarrollo de tecnologico propio que ayuden al mantenimiento preventivo de las	1) Iniciar un programa de (I+D) innovacion y desarrollo
2) Uso irracional y contaminación del recurso hídrico	2) Aprovechar las asociaciones con las industrias fuertes de la region con el fin de la contribucion de inversione que fomenten la mejora de los recursos hidricos. 3) Iniciar un programa de capacitación que permita genera conciencia en la poblacion y sectores productivos para el uso adecuado y ambiental del recurso.	2) Diseñar y realizar un desarrollo de los recusus tecnologicos disponibles para el aprovechamiento de las aguas en la región. 3) Llegar a acuerdos con los involucrados con el fin de hacer mejorar el aprovechamiento del recurso y garantizar su preservación en todos sus afluentes.

Figura 30. Matriz de estrategia del recurso hídrico. (Elaboración propia)

6.1.3 Resultados de encuestas.

Estas encuestas fueron realizadas con el fin de confirmar la problemática que presentan las personas del municipio de Barranca de Upia Meta, en el barrio las Moras, con respecto a la calidad de agua que consumen ya que están ingiriendo, un líquido que no es apto para el consumo, según la normatividad colombiana. Por esto realizamos la recolección de datos por medio de este instrumento, el resultado que arrojó este instrumento se analizarán, por medio del software de análisis estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), la cual es una herramienta que dispone al usuario recolección y análisis de datos para la solución de problemáticas que pueden surgir en una en un entorno determinando, a continuación se encuentran los resultados obtenidos. La encuesta se encuentra en el anexo 6.

6.1.3.1 Población encuestada.

El formato de identificación ID-07 de la MGA en este proyecto nos indica que la población objetivo de este proyecto es 80 familias en donde el 100% de estas, no cuentan con acueducto y adicional los acuíferos libres de donde se abastecen de agua no cuenta con los estándares necesarios, para el consumo debido a sus altos niveles de hierro y manganeso los cuales habitan en exceso en estas aguas subterráneas. Por ello decidimos seleccionar esta vereda como población objetivo.

- N = 80 Hogares
- $1 - \alpha = 95\%$
- Z= 1,96
- P = 0,5
- $q = 1 - 0,5 = 0,5$
- e = 0,05

$$n = \frac{80 \times 1,96^2 \times 0,6 \times 0,4}{(80-1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = 66,35 \text{ Hogares Ecuación 6}$$

$$n = 67 \text{ Hogares}$$

6.1.4 Análisis de Cronbach.

Según (Mohsen, 2011) este análisis permite calcular la fiabilidad de del instrumento utilizado para comprobar la correlación entre todas las variables establecidas en el instrumento, según expertos un Alpha confiable debe de estar por encima de 0,8. Porque según (Sampieri, 2010), el instrumento de medición debe ser preciso y confiables, lo cual para esta investigación arroja el siguiente resultado visualizado en la tabla 10.

Tabla 10.

Estadístico de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,829	,783	17

Nota: (Elaboración propia) con el software SPSS

Esta herramienta también nos proporciona el análisis de correlación entre variables como lo proporciona las tablas 11, 12, y 13.

Tabla 11.

Matriz de correlación entre elementos.

	¿ Con que frecuencia tiene agua en su vivienda?	¿ De que manera tiene agua para su vivienda?	¿ Con cuantas personas vive?	¿ Se encuentra satisfecho, con la manera en la que se abastece de agua?	¿ Se encuentra satisfecho con el agua que consume?	¿ En que horario utiliza con mas frecuencia el agua?
¿ Con que frecuencia tiene agua en su vivienda?	1,000	-0,151	-0,079	0,549	0,407	0,204
¿ De que manera tiene agua para su vivienda?	-0,151	1,000	0,193	0,236	0,189	0,211
¿ Con cuantas personas vive?	-0,079	0,193	1,000	-0,093	0,019	-0,001
¿ Se encuentra satisfecho, con la manera en la que se abastece de agua?	0,549	0,236	-0,093	1,000	0,662	0,303
¿ Se encuentra satisfecho con el agua que consume?	0,407	0,189	0,019	0,662	1,000	0,287
¿ En que horario utiliza con mas frecuencia el agua?	0,204	0,211	-0,001	0,303	0,287	1,000

¿ Se ha relacionado con la entidad encargada del tratamiento de las aguas en el municipio?	0,232	0,205	0,149	0,470	0,456	0,208
¿ Con que frecuencia se realizan asambleas para conocer el estado actual del agua en el municipio?	0,205	0,270	0,141	0,523	0,565	0,266
¿ Le parece importante estar al tanto de las decisiones que toma el municipio sobre la situación actual de las aguas?	-0,006	0,125	-0,059	0,051	-0,023	-0,112
¿ En la region hay algun tipo de racionamiento?	0,061	0,012	0,104	0,144	0,150	0,549
¿ Tiene conocimiento del porque los racionamientos	0,235	0,470	0,128	0,509	0,512	0,397
¿ El agua que consume tiene algun proceso de potabilizacion?	0,249	-0,067	-0,207	0,329	0,414	0,397

¿ Con frecuencia le suministran información de tecnologías que le ayuden a purificar el agua?	0,210	0,208	0,029	0,501	0,556	0,320
¿ El municipio le ha otorgado alguna tecnología para potabilizar el agua?	-0,013	-0,103	0,044	-0,172	-0,171	-0,114
¿ Estaría satisfecho si el municipio le suministra una nueva tecnología para purificar el estado actual del agua que consume?	0,007	-0,007	-0,016	-0,067	0,013	0,164
¿ Usted y su familia han sufrido algún problema asociado al consumo de agua?	0,012	0,262	0,010	-0,005	0,022	-0,435
¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua?	-0,145	0,430	0,179	0,108	-0,001	-0,128

Nota: (Elaboración propia) con el software SPSS

Tabla 12.

Matriz de correlación entre elementos.

	¿ Se ha relacionado con la entidad encargada del tratamiento de las aguas en el municipio?	¿ Con que frecuencia se realizan asambleas para conocer el estado actual del agua en el municipio?	¿ Le parece importante estar al tanto de las decisiones que toma el municipio sobre la situación actual de las aguas?	¿ En la region hay algun tipo de racionamiento?	¿ Tiene conocimiento del porque los racionamientos	¿ El agua que consume tiene algun proceso de potabilizacion?
¿ Con que frecuencia tiene agua en su vivienda?	0,232	0,205	-0,006	0,061	0,235	0,249
¿ De que manera tiene agua para su vivienda?	0,205	0,270	0,125	0,012	0,470	-0,067
¿ Con cuantas personas vive?	0,149	0,141	-0,059	0,104	0,128	-0,207
¿ Se encuentra satisfecho, con la manera en la que se abastece de agua?	0,470	0,523	0,051	0,144	0,509	0,329

¿ Se encuentra satisfecho con el agua que consume?	0,456	0,565	-0,023	0,150	0,512	0,414
¿En que horario utiliza con mas frecuencia el agua?	0,208	0,266	-0,112	0,549	0,397	0,397
¿ Se ha relacionado con la entidad encargada del tratamiento de las aguas en el municipio?	1,000	0,866	0,101	0,207	0,656	0,318
¿ Con que frecuencia se realizan asambleas para conocer el estado actual del agua en el municipio?	0,866	1,000	0,079	0,238	0,715	0,431
¿ Le parece importante estar al tanto de las decisiones que toma el municipio sobre la situación actual de las aguas?	0,101	0,079	1,000	-0,034	0,042	0,095

¿ En la region hay algun tipo de racionamiento?	0,207	0,238	-0,034	1,000	0,329	0,350
¿ Tiene conocimiento del porque los racionamientos	0,656	0,715	0,042	0,329	1,000	0,473
¿ El agua que consume tiene algun proceso de potabilizacion?	0,318	0,431	0,095	0,350	0,473	1,000
¿ Con frecuencia le suministran información de tecnologías que le ayuden a purificar el agua?	0,709	0,789	0,119	0,216	0,826	0,538
¿ El municipio le ha otorgado alguno tecnologia para potabilizar el agua?	-0,240	-0,262	0,109	0,069	-0,382	-0,168

¿ Estaría satisfecho si el municipio le suministra una nueva tecnología para purificar el estado actual del agua que consume?	-0,086	-0,028	0,394	-0,009	-0,055	0,091
¿ Usted y su familia han sufrido algun problema asociado al consumo de agua?	0,000	-0,016	0,080	-0,754	0,023	-0,327
¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua?	0,320	0,382	-0,021	0,052	0,487	-0,021

Nota: (Elaboración propia) con el software SPSS

Tabla 13.

Matriz de correlación entre elementos.

	¿ Con frecuencia le suministran información de tecnologías que le ayuden a purificar el agua?	¿ El municipio le ha otorgado alguno tecnología para potabilizar el agua?	¿ Estaría satisfecho si el municipio le suministra una nueva tecnología para purificar el estado actual del agua que consume?	¿ Usted y su familia han sufrido algun problema asociado al consumo de agua?	¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua?
¿ Con que frecuencia tiene agua en su vivienda?	0,210	-0,013	0,007	0,012	-0,145
¿ De que manera tiene agua para su vivienda?	0,208	-0,103	-0,007	0,262	0,430

¿ Con cuantas personas vive?	0,029	0,044	-0,016	0,010	0,179
¿ Se encuentra satisfecho, con la manera en la que se abastece de agua?	0,501	-0,172	-0,067	-0,005	0,108
¿ Se encuentra satisfecho con el agua que consume?	0,556	-0,171	0,013	0,022	-0,001
¿ En que horario utiliza con mas frecuencia el agua?	0,320	-0,114	0,164	-0,435	-0,128
¿ Se ha relacionado con la entidad encargada del tratamiento de las aguas en el municipio?	0,709	-0,240	-0,086	0,000	0,320
¿ Con que frecuencia se realizan asambleas para conocer el estado actual del agua en el municipio?	0,789	-0,262	-0,028	-0,016	0,382
¿ Le parece importante estar al tanto de las decisiones que toma el municipio sobre la situación actual de las aguas?	0,119	0,109	0,394	0,080	-0,021

¿ En la region hay algun tipo de racionamiento?	0,216	0,069	-0,009	-0,754	0,052
¿ Tiene conocimiento del porque los racionamientos	0,826	-0,382	-0,055	0,023	0,487
¿ El agua que consume tiene algun proceso de potabilizacion?	0,538	-0,168	0,091	-0,327	-0,021
¿ Con frecuencia le suministran información de tecnologías que le ayuden a purificar el agua?	1,000	-0,310	-0,026	0,023	0,366
¿ El municipio le ha otorgado alguno tecnologia para potabilizar el agua?	-0,310	1,000	0,295	0,220	-0,164
¿ Estaria satisfecho si el municipio le suministra una nueva tecnologia para purificar el estado actual del agua que consume?	-0,026	0,295	1,000	0,104	-0,154

¿ Usted y su familia han sufrido algun problema asociado al consumo de agua?	0,023	0,220	0,104	1,000	0,189
¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua?	0,366	-0,164	-0,154	0,189	1,000

Nota: (Elaboración propia) con el software SPSS

Encontramos que el grado de correlación más alto es de 1,0 entre elementos y -0,17 el más bajo, a continuación, vamos a hacer el análisis de cada uno de los ítems preguntados e identificar la correlación entre los demás ítems.

6.1.4.1 Análisis ANOVA.

Luego de validar si el instrumento de medición es confiable, procedemos a validar la similitud entre las variables por medio de este análisis a una sola vía, cuyos resultados se evidencia en la tabla 14, para tomar una decisión adecuada vamos a formular nuestras hipótesis de selección bajo los siguientes criterios para poder evaluar el P-valor, teniendo en cuenta el nivel de significancia el cual es de 0.05.

- H0: Todos los sujetos de estudio son iguales y presenta los mismos criterios.
- H1: Todos los sujetos de estudio presentan una distinción válida para poder estudiarlos a detalle.

Si P-valor > 0,05 se acepta H0 **Ecuación 7**

Si P-valor < 0,05 se rechaza H0 **Ecuación 8**

Tabla 14.
Análisis ANOVA

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		315,052	67	4,702		
Intra sujetos	Entre elementos	1948,611	16	121,788	151,628	0,000
	Residuo	861,036	1072	0,803		

	Total	2809,647	1088	2,582		
	Total	3124,699	1155	2,705		

Nota: (Elaboración propia) con el software SPSS

Dados los resultados podemos inferir que debido a que el P-valor es menor a el nivel de significancia que es de 0.05 se rechaza la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alternativa, la cual indica que todos los sujetos de estudio presentan una distinción valida para poder estudiarlos a detalle.

6.1.4.2 Edad de las personas encuestadas.

En la tabla 15 podemos apreciar que las personas más jóvenes encuestadas tienen 18 años y la más adulta tiene una edad de 79 años.

Tabla 15.

Frecuencia edad.

¿Cuál es su edad?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
18	3	4,4	4,5	4,5
19	3	4,4	4,5	9,0
20	2	2,9	3,0	11,9
21	1	1,5	1,5	13,4
22	3	4,4	4,5	17,9
23	1	1,5	1,5	19,4
24	2	2,9	3,0	22,4
25	2	2,9	3,0	25,4
26	1	1,5	1,5	26,9
27	1	1,5	1,5	28,4
28	4	5,9	6,0	34,3
29	1	1,5	1,5	35,8
30	4	5,9	6,0	41,8
31	2	2,9	3,0	44,8
32	2	2,9	3,0	47,8
34	1	1,5	1,5	49,3
35	2	2,9	3,0	52,2
36	1	1,5	1,5	53,7
37	1	1,5	1,5	55,2
38	3	4,4	4,5	59,7
39	1	1,5	1,5	61,2
40	3	4,4	4,5	65,7
41	1	1,5	1,5	67,2
43	2	2,9	3,0	70,1

44	3	4,4	4,5	74,6
49	2	2,9	3,0	77,6
51	1	1,5	1,5	79,1
52	1	1,5	1,5	80,6
53	2	2,9	3,0	83,6
54	1	1,5	1,5	85,1
55	1	1,5	1,5	86,6
57	1	1,5	1,5	88,1
63	1	1,5	1,5	89,6
65	1	1,5	1,5	91,0
67	1	1,5	1,5	92,5
68	1	1,5	1,5	94,0
69	1	1,5	1,5	95,5
70	1	1,5	1,5	97,0
76	1	1,5	1,5	98,5
79	1	1,5	1,5	100,0
Total	67	98,5	100,0	
Sistema	1	1,5		
	68	100,0		

Nota: (Elaboración propia) con el software SPSS

En la figura 31 podemos evidencia la frecuencia en la que se encuestan personas con la misma edad y los intervalos de edad en donde actual el instrumento.

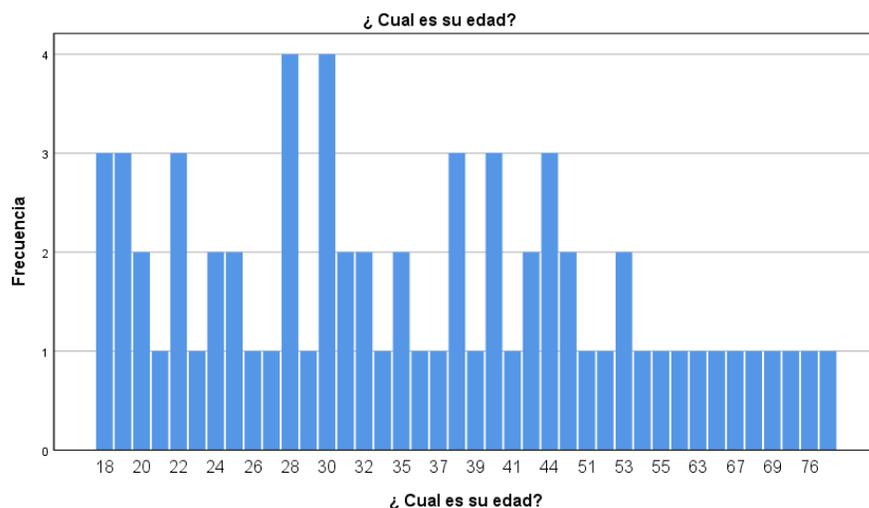


Figura 31. Gráfico de edad frecuencia de edad de las personas encuestadas. (Elaboración propia) en el software SPSS.

Para mayor detalle de nuestro estudio en la figura 32 se muestra la distribución de género y edad respectivamente.

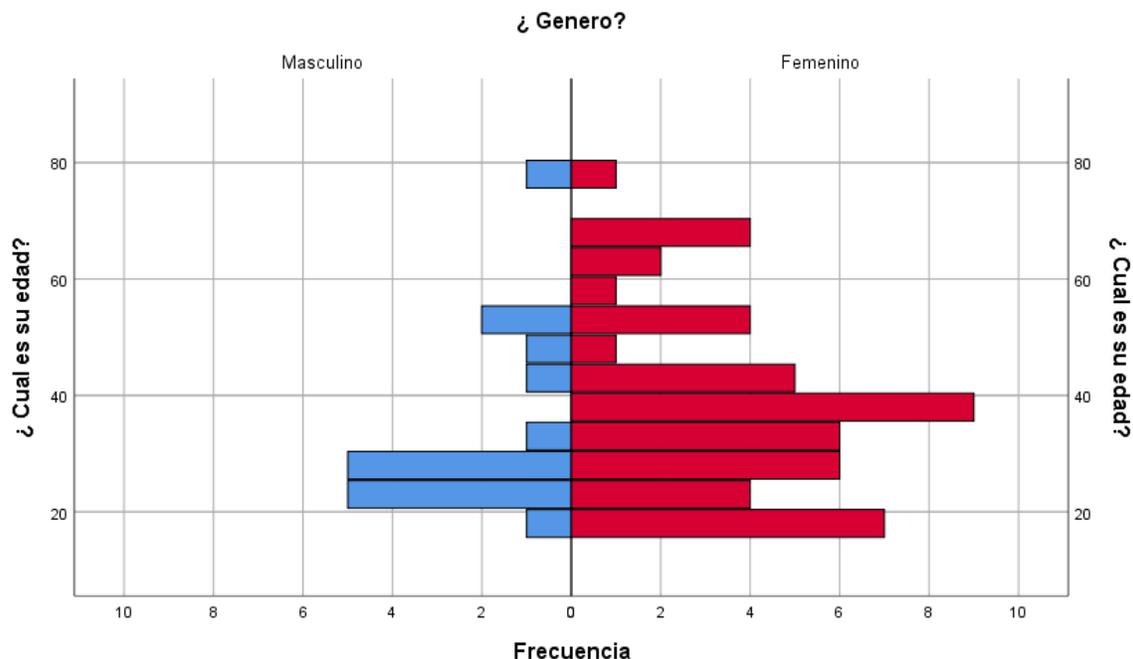


Figura 32. Población género – edad. (Elaboración propia) en el software SPSS.

Gran parte de la población encuestada fue Femenino entre los 20 y 40 años de edad, por tanto, el instrumento fue calificado por las amas de casa de la vereda.

6.1.4.3 Manera de obtener el recurso hídrico.

En la figura 33 evidenciamos de más del 80% de la población obtiene el agua por medio de pozos y aljibes los cuales tiene su origen en las aguas subterráneas de la región.



Figura 33. Porcentaje fuentes de obtención aguas para consumo. (Elaboración propia) en el software SPSS.

6.1.4.4 Nivel de satisfacción en cuanto a abastecimiento de agua.

Evidenciamos clara mente en la figura 34 que el índice de insatisfacción en las personas es de 38,8%, y esto obedece a que las personas no les gusta el agua con la que se abastecen porque les ocasiona problemas al momento de la ingesta.

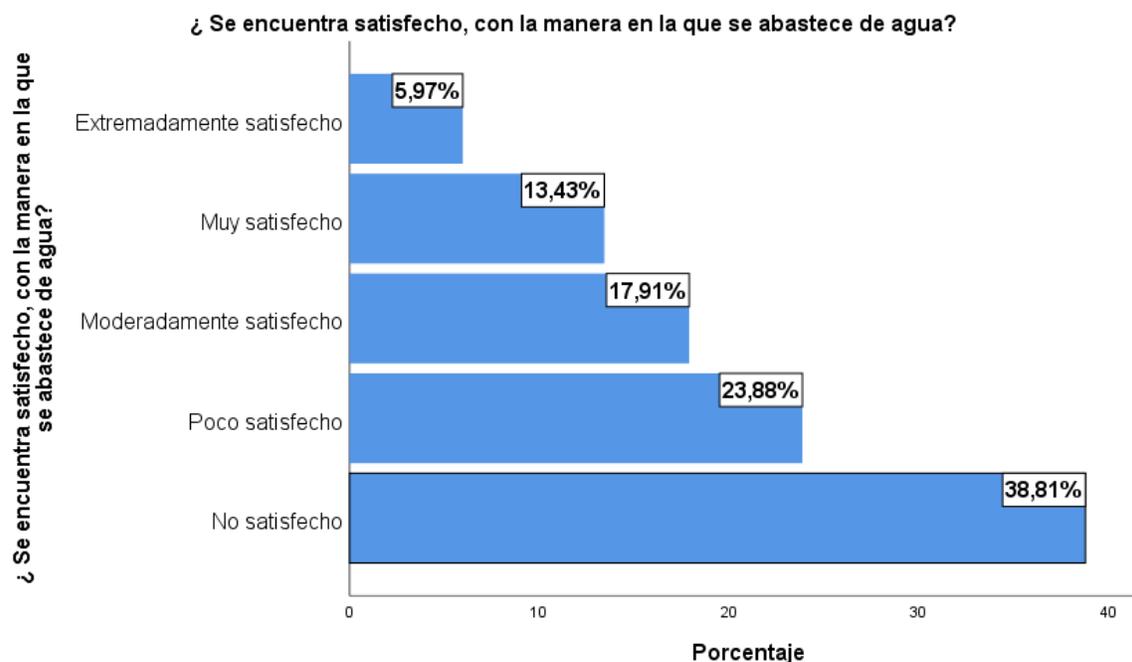


Figura 34. Índice de insatisfacción por el abastecimiento de agua. (Elaboración propia) en el software SPSS.

6.1.4.5 Problemas de salud por ingesta de agua.

Se indago a las familias de la vereda las Moras si ha sufrido de algún problema en la salud relacionado con el consumo del agua y 76,1% ha sufrido por lo menos una vez un malestar asociado a la ingesta de agua como lo podemos ver en la figura 35.

¿ Usted y su familia han sufrido algún problema en la salud asociado al consumo de agua?

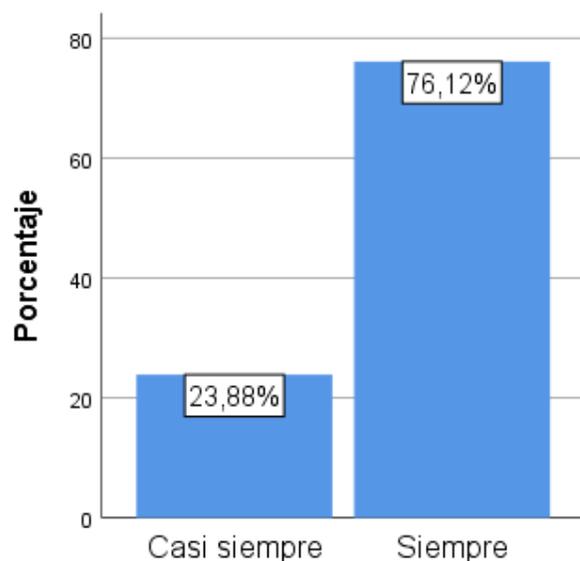
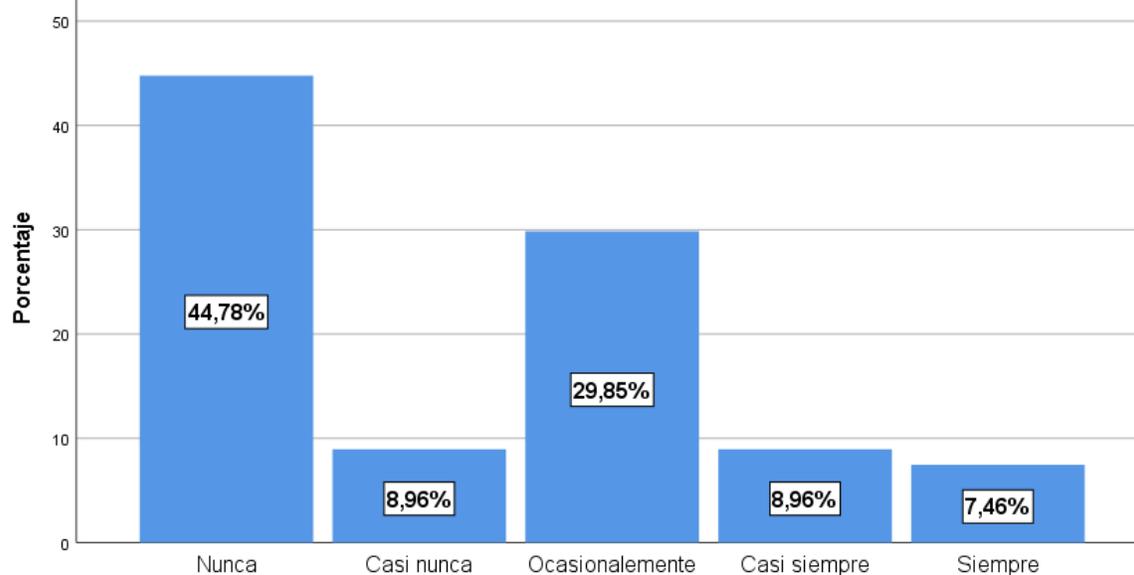


Figura 35. Problemas en la salud relacionados con la ingesta de agua. (Elaboración propia) en el software SPSS.

Posterior a esto le preguntamos a las familias la frecuencia en la que incurrían las personas en los problemas en la salud y el resultado lo podemos ver claramente en la figura 36.

¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas en la salud relacionados con el consumo de agua?



¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua?

Figura 36. Frecuencia de malestares en las personas por consumo de agua. (Elaboración propia) en el software SPSS.

Para definir un poco más la problemática en la figura 37 evidenciamos que la ingesta de agua no apta para consumir esta afectando a toda la comunidad sin distinguir entre rangos de edad y género.

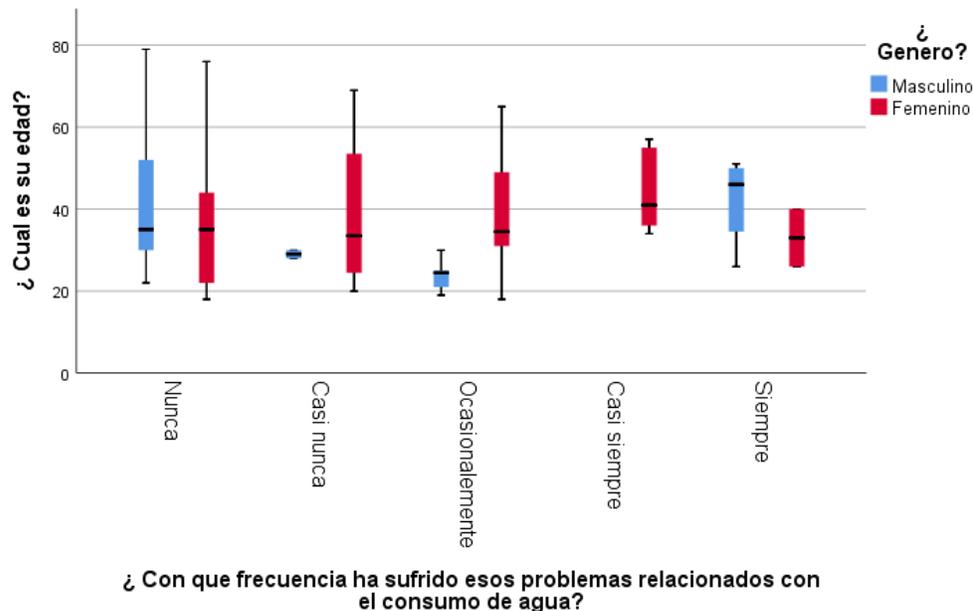


Figura 37. Diagrama de cajas Agrupado de ¿Cual es su edad? por ¿ Con que frecuencia ha sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua? por ¿ Género?. (Elaboración propia) en el software SPSS.

Es importante resaltar que la frecuencia en la que las personas se enferman por tomar aguas supera los el 15% lo cual indica que aproximadamente 36 personas de la vereda están acudiendo, al puesto de salud por asistencia medica debido a la ingesta de agua lo cual es preocupante. Teniendo en cuenta esta frecuencia en la que enferman estas familias se les pregunto si el agua que consumen tiene algún tipo de tratamiento previo antes de proceder a la ingesta, los resultados de esta interrogante lo podemos ver en la figura 38.

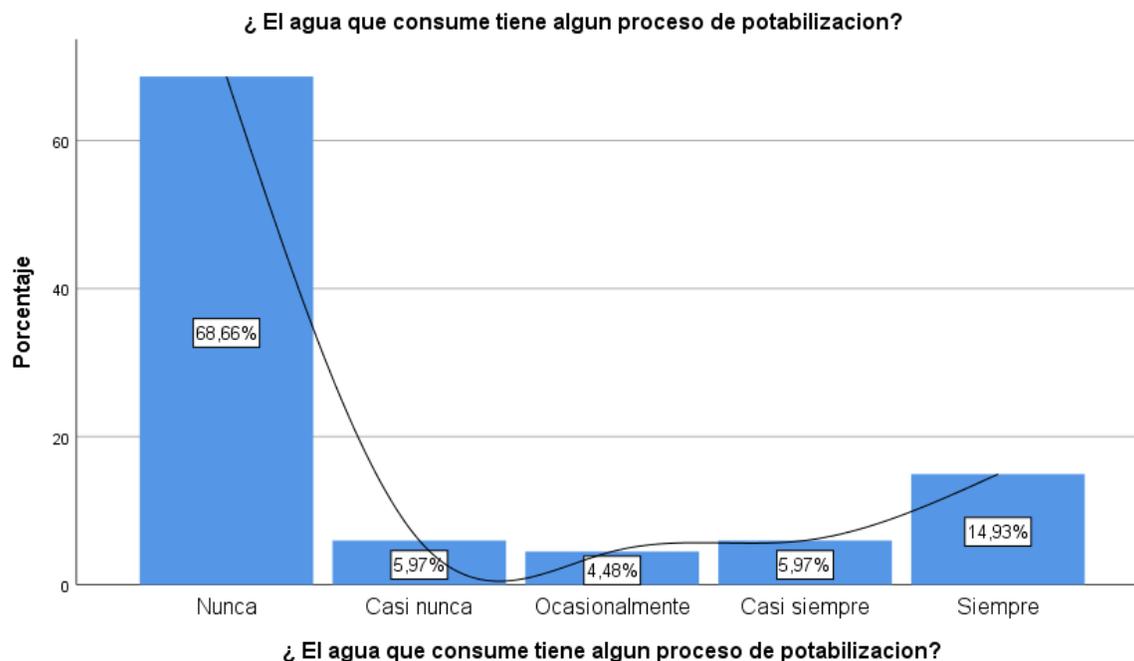


Figura 38. Proceso potable del agua que se consume. (Elaboración propia) en el software SPSS.

Más del 70% de las familias de las veredas no cuentan con agua que tenga el adecuado proceso de eliminación de componente los cuales son perjudiciales para la salud, adicional el 14,9% de las personas que indicaron que siempre consumen agua con procesos potable, pertenecen a las familias que compran el recurso para el consumo y otras antes de preparar sus alimentos con esta, pasa el líquido por un proceso de temperatura con el fin de hacerla un poco menos perjudicial para la salud.

6.1.4.6 Análisis de Clúster.

Método jerárquico. Luego de analizar los ítems críticos que evidencian de manera clara la problemática, en la región. Por medio de la herramienta SPSS, analizamos y sectorizamos la problemática por grupos, con el análisis estadístico de Clúster, como lo podemos ver en la figura 39, 40, 41 y 42.

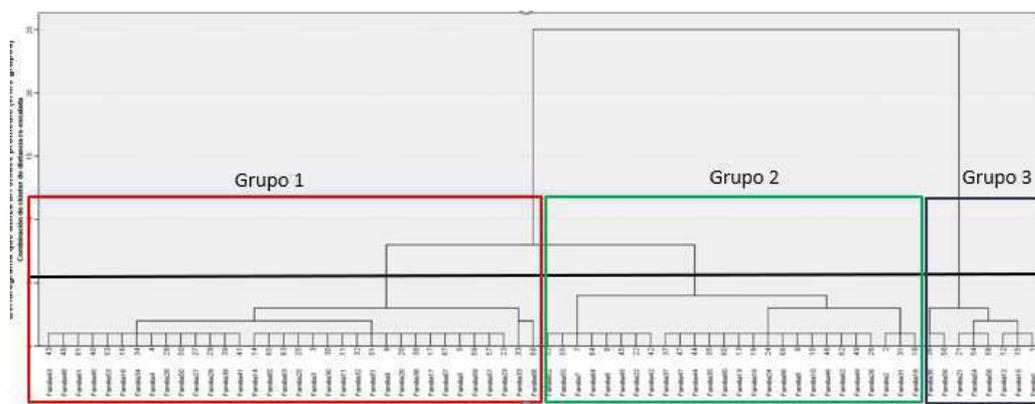


Figura 39. Dendograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, combinación de clúster de distancia re-escalada. (Elaboración propia) en el software SPSS.

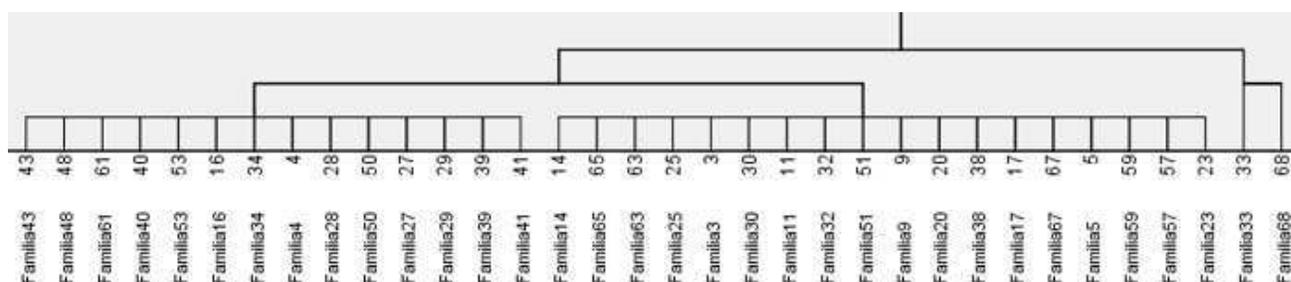


Figura 40. Dendrograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, grupo 1 (Elaboración propia) en el software SPSS.

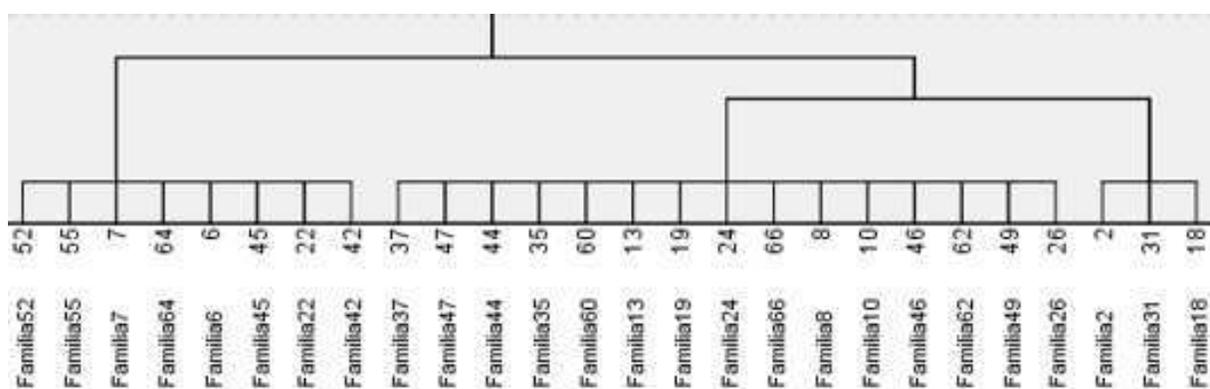


Figura 41. Dendrograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, grupo 2 (Elaboración propia) en el software SPSS.

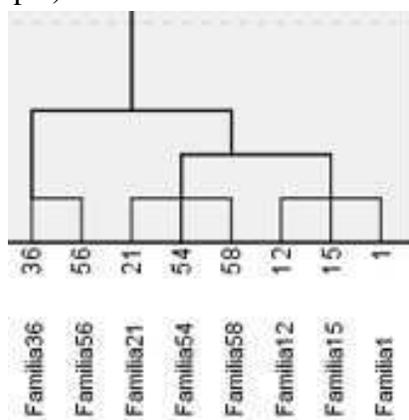


Figura 42. Dendrograma que utiliza un enlace promedio entre grupos, grupo 3 (Elaboración propia) en el software SPSS.

En el desglose del clúster jerárquico evidenciamos que las familias se sectorizan en 3 grupos donde la afectación o el impacto a la problemática nos permite definirlo mejor.

6.1.4.7 Análisis factorial.

A continuación, identificamos los 2 factores que tienen más relevancia y los priorizamos en 7 variables de gran importancia para identificar los grupos en relación por factor dichos resultados se evidencian en la tabla 16.

Tabla 16.

Matriz de componentes.

Matriz de componentes		
	Componente	
	1	2
¿Con cuántas personas vive?	0,074	0,724
¿Se encuentra satisfecho, con la manera en la que se abastece de agua?	0,772	- 0,334
¿Se encuentra satisfecho con el agua que consume?	0,781	- 0,291
¿En qué horario utiliza con más frecuencia el agua?	0,447	- 0,184
¿Se ha relacionado con la entidad encargada del tratamiento de las aguas en el municipio?	0,831	0,317
¿Con qué frecuencia se realizan asambleas para conocer el estado actual del agua en el municipio?	0,885	0,252
¿Le parece importante estar al tanto de las decisiones que toma el municipio sobre la situación actual de las aguas?	0,044	0,619
Método de extracción: análisis de componentes principales.		
a. 2 componentes extraídos.		

Nota: Matriz de factores en donde se evidencia la relación entre las diferentes variables (Elaboración propia) con el software SPSS

En la figura 43 evidenciamos cómo se comportan las variables y la relación que tienen con respecto a las demás en donde notamos claramente que los factores determinados infieren en la relación entre las variables.

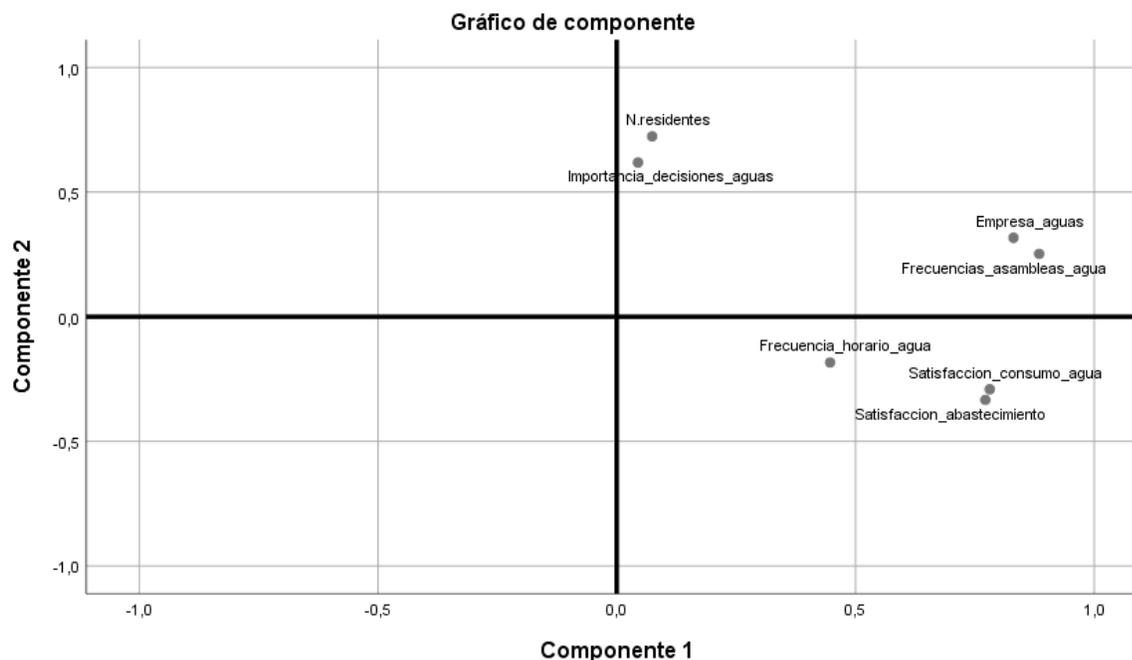


Figura 43. Gráfico de factores. (Elaboración propia) con el software SPSS

6.1.4.8 Tecnologías para el tratamiento del recurso hídrico.

Se le indago a las familias de la vereda si el municipio en alguna oportunidad les ha suministrado una herramienta o método que les permita hacer el agua apta para el consumo y el 98% respondió que nunca por tanto les indagamos cual sería el nivel de satisfacción si tuviese algún método para purificar su agua y el resultado a dicha interrogante lo podemos evidenciar en la figura 44.

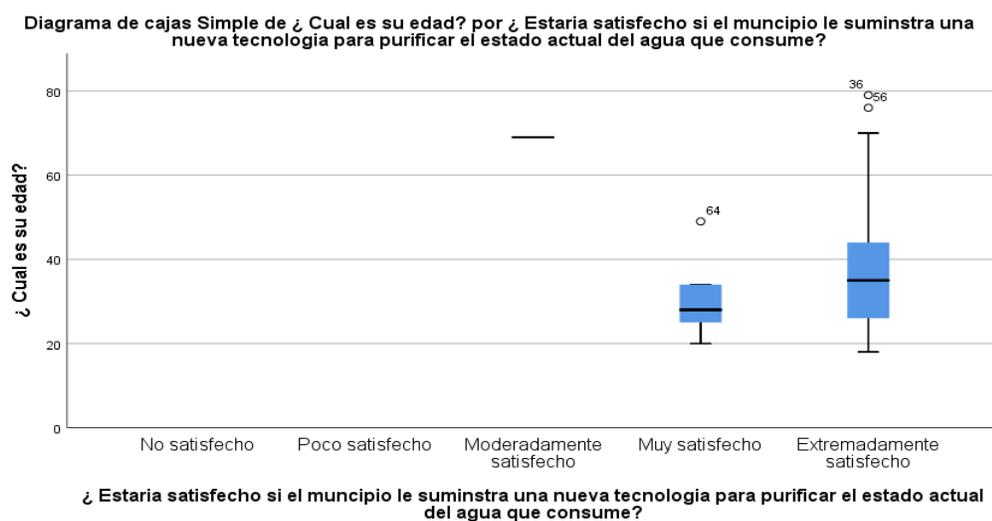


Figura 44. Diagramas de cajas. (Elaboración propia) con el software SPSS

6.1.5 Muestra de agua.

Ya conociendo el estado actual del panorama en cuanto nos referimos a aguas y su calidad, evidenciamos que, existe una problemática con respecto la pureza del recurso hídrico que consumen las familias de la población objetivo del barrio las Moras. Teniendo en cuenta la información obtenida por medio de las encuestas, el día 7 de abril hacia las 6:00 pm, acudimos a el hogar de la señora Fabiola Urrego habitante de la vereda en mención, e hicimos la recolección de una muestra de aguas, para el laboratorio especializado de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional de Colombia en cooperación con el IDEAM. El cual, por medio del proceso de absorción atómica, dio como resultado que la muestra analizada no cumple con los estándares permitidos según la resolución 2115 de 2007, donde en el cuadro n.4, indica que el nivel de hierro (Fe) debe ser inferior a 0,3 y el de manganeso (Mn) debe ser mayor(>) 0,1. Lo cual para nuestro análisis, la muestra no cumple con el parámetro establecido para el porcentaje de hierro (Fe) el cual nos arrojó un contenido un contenido de 1.8 mg/L Fe+3 y de manganeso se encuentra en los parámetros establecidos el cual fue de Mn<0,05 mg/L Mn+7 como se evidencia en la figura 45.

LABORATORIO INGENIERIA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	ANDRES FELIPE CORDERO ROMERO	ANALISIS N°:	34951
Persona a contactar:	SR. ANDRES FELIPE CORDERO ROMERO	Cotizacion N°:	101-2019
Dirección / Ciudad:	CALLE 11C No. 50B-71 / BOGOTÁ	Orden de trabajo:	036-2019
Teléfono Fijo/Faxi/Movil:	313-4205560	Recibida por:	C A C V
Fecha de Registro:	2019-04-08	Fecha de Entrega:	2019-04-23

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Municipio:	BARRANCA DE LUPIA	Departamento:	META
Procedencia:	VEREDA LAS MORAS	Toma de Muestra:	NO
Punto de Captación:	ALCIBE UBICADO EN LA CASA DE FABIOLA URREGO	Tipo de Muestra:	AGUA CRUDA
Fecha De Toma de Muestra:	2019-04-07	Tipo Toma de Muestra:	PUNTUAL

RESULTADOS			
Parametro	Unidades	Método	Resultado
Hierro	mg/L Fe +3	Absorción Atómica	1.8
Manganeso	mg/L Mn +7	Absorción Atómica	< 0.05

OBSERVACIONES
La muestra analizada No fue recolectada por personal del laboratorio ni bajo supervisión del mismo, por lo que estos resultados son solamente válidos para esta muestra.

ING. LEONARDO CALLE
Coordinador Laboratorio Ing Ambiental

Q. CESAR AUGUSTO COY VELANDIA
Responsable Técnico M.P. 02-3246

Figura 45. Muestra de aguas laboratorio de ingeniería UNAL. (Elaboración propia)

6.2 Estudio bibliométrico

6.2.1 IEEE Xplore.

Para la fase de implementación del filtro para la purificación de aguas se lleva a cabo el estudio de artículos donde se buscó en la base de datos IEEE seleccionamos 27 de los cuales la muestra poblacional fue de 26 a artículos relacionados con un error muestral del 5% y un 95% de confiabilidad. Los cuales se van a evaluar de acuerdo el método de la media geométrica.

$$P_i = \prod P_{ij}^{w_j} \quad \text{Ecuación 9}$$

- P_i = Es la puntuación global de cada alternativa j
- P_{ij} = Es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i
- W_i = Es el peso ponderado de cada factor i

De acuerdo con lo anterior el paso a seguir es abreviar los nombres de los estudios para tener un mejor entendimiento de los datos pasándolos a una clasificación numérica como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17.

Artículos de base de datos IEEE a evaluar.

Número de artículo	Nombre de artículo	Número de artículo	Nombre de artículo
1	Research on the water purification for reclaimed water resource supply-type lakes by the method of recirculation filtration	14	Eliminación de nitrógeno amoniacal del agua mediante zeolita magnética y separación magnética de alto gradiente
2	Effects of bio-sand filter on improving the bio-stability and health security of drinking water	15	Implementación de un sistema apropiado de purificación de agua en el hogar en Tourou, Camerún

3	Una instalación compuesta por filtros de concha de ostra para purificar agua contaminada en un área de agua cerrada	16	Un estudio de viabilidad sobre la aplicación de PLC para controlar una operación rápida de filtro de gravedad.
4	Un sistema de control de purificación de agua basado en el conocimiento.	17	Demostración de ingeniería de pretratamiento de agua microcontaminada con filtro o aireado biológico de flujo ascendente de alta velocidad
5	La investigación sobre la eliminación de cíclopes de zooplancton en agua cruda mediante un proceso de purificación combinado con pre-oxidaciones	18	Un kit de evaluación de necesidades de adaptación rápida para el monitoreo de la calidad del agua en aplicaciones de asistencia humanitaria y respuesta a desastres
6	Multi-Etapa Orgánica Agua Filtro sistema	19	Desarrollo de la pureza del agua para las estructuras de la cavidad acoplada de linac (CCL) y del tubo de deriva (DTL) de la fuente de neutrones de espalación (SNS) linac
7	Filtro de agua de cerámica para el tratamiento de agua en el punto de uso en la provincia de Limpopo, Sudáfrica	20	La investigación de la tecnología Flofilter con micro-floculación y arena de GAC para tratar el agua eutrófica

8	Diseño y desarrollo de sistemas de control de depuración de aguas pluviales y subterráneas en áreas remotas.	21	In- Agua Plasma Generación en una pared de líquido utilizando un dispositivo compacto y fuente de alimentación dedicada
9	Comparación de la capacidad de adsorción entre tres medios de filtro para el fósforo	22	Desarrollo comunitario a través de una microempresa sustentable vendiendo agua limpia.
10	Comparación entre tres tipos de procesos avanzados de purificación de agua : Preposición, tratamiento biológico posicionado y posicionado posterior.	23	Sistema de tratamiento de ozono 100% para el agua del baño y la piscina - CERAZONE
11	Calidad del agua utilizada en los sistemas de tratamiento de agua para hemodiálisis.	24	Separación magnética de alto gradiente para partículas finas débilmente magnetizadas [para tratamiento de agua geotérmica]
12	Técnicas de mitigación de EMI en un sistema de purificación de agua basado en microcontroladores : un estudio de caso	25	Rendimiento del filtro HGMS y reciclaje de material de siembra magnética en el método de siembra magnética

13	Aplicación de ANFIS para el proceso de dosificación de coagulante en una planta de purificación de agua	26	IEE Twelfth Saraga Colloquium on 'Digital and Analogue Filters and Filtering Systems' (Digest No.197)
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota: Lista de artículos base de datos IEEE a evaluar. (Elaboración propia).

Después de lo anterior tenemos que proponer los parámetros con los cuales vamos a realizar la evaluación eso lo podemos evidenciar en la tabla 18.

Tabla 18.

Factores de evaluación de los artículos.

No	Nombre del factor	Peso	Ponderación
1	La tecnología es de fácil uso	3	17%
2	La tecnología logra purificar el agua	6	33%
3	La tecnología es duradera	3	17%
4	La tecnología es accesible	2	11%
5	La tecnología no generará ningún efecto secundario	4	22%

Nota: Matriz de evaluación de los artículos base de datos IEEE. (Elaboración propia).

En la tabla 19 podemos encontrar los rangos de puntuación para ejecutar la modelo de la media geométrica para determinar la mejor opción de acuerdo a los factores previamente mencionados.

Tabla 19.

Matriz de calificación.

Calificación	Concepto de cumplimiento
1 a 0,9	Excelente
0,8 a 0,7	Bueno
0,6 a 0,5	Medianamente bueno
0,5 a 0,4	Regular
0,1 a 0,2	Malo

Nota: Matriz de calificación de los artículos base de datos IEEE. (Elaboración propia).

Los resultados obtenidos los podemos visualizar en la tabla 20 y 21 en donde vamos a escoger la opción con mejor puntuación para continuar con el estudio en la fase de patentometría.

Tabla 20.

Resultados del método.

Factor	Número de artículos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,93	0,74	0,89	0,67	0,58	0,58	0,84	0,67	0,79	0,89	0,84	0,74	0,74
2	0,74	0,79	0,84	0,84	0,89	0,89	0,89	0,79	0,67	0,79	0,89	0,79	0,84
3	0,79	0,79	0,67	0,84	0,89	0,84	0,84	0,74	0,84	0,67	0,84	0,84	0,84
4	0,89	0,74	0,79	0,74	0,67	0,58	0,79	0,84	0,74	0,79	0,79	0,74	0,79
5	0,79	0,89	0,74	0,74	0,93	0,93	0,89	0,89	0,79	0,79	0,79	0,89	0,74
Producto	4,14	3,95	3,93	3,83	3,96	3,83	4,26	3,93	3,84	3,94	4,16	4,00	3,95

Nota: Matriz de resultados de los artículos base de datos IEEE por medio del método de la media geométrica. (Elaboración propia).

Tabla 21.

Resultados del método.

Factor	Número de artículos													
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	0,89	0,93	0,74	0,84	0,79	0,67	0,84	0,79	0,79	0,67	0,67	0,84	0,74	
2	0,84	0,97	0,89	0,79	0,79	0,84	0,79	0,79	0,84	0,84	0,58	0,79	0,58	
3	0,89	0,84	0,84	0,79	0,74	0,74	0,74	0,84	0,79	0,58	0,58	0,74	0,84	
4	0,93	0,97	0,93	0,84	0,84	0,79	0,67	0,84	0,74	0,74	0,67	0,67	0,79	
5	0,93	0,93	0,79	0,74	0,84	0,79	0,46	0,74	0,79	0,79	0,79	0,79	0,74	
Producto	4,48	4,63	4,19	4,01	4,01	3,84	3,51	4,01	3,96	3,63	3,30	3,84	3,70	

Nota: Matriz de resultados de los artículos base de datos IEEE por medio del método de la media geométrica. (Elaboración propia).

Los artículos que más se ajustan a los factores evaluadores son el ítem 14 y el ítem 15 respectivamente:

- Eliminación de nitrógeno amoniacal del agua mediante zeolita y separación magnéticas de alto gradiente.
- Implementación de un sistema apropiado de purificación de agua en el hogar en Tourou, Camerún.

6.2.2 Dart-Europe.

Para la fase de implementación del filtro para la purificación de aguas se lleva a cabo el estudio de artículos donde se buscó en la base de datos Dart-Europe seleccionamos 93 de los cuales la muestra poblacional fue de 75 a artículos relacionados con un error muestral del 5% y un 95% de confiabilidad. Los cuales se van a evaluar de acuerdo el método de la media geométrica.

$$P_i = \prod P_{ij}^{w_j} \quad \text{Ecuación 10}$$

- P_i = Es la puntuación global de cada alternativa j
- P_{ij} = Es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i
- W_i = Es el peso ponderado de cada factor i

De acuerdo con lo anterior el paso a seguir es abreviar los nombres de los estudios para tener un mejor entendimiento de los datos pasándolos a una clasificación numérica como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22.

Artículos de base de datos Dart-Europe a evaluar.

No.	Nombre de artículo	No.	Nombre de artículo
1	Filtros de paso de banda de guía de onda de cerámica con supresión de modos espurios	39	A computational study of catalysis by gold in applications of CO oxidation
2	Olvidados como datos - recordados a través de la información. Instituciones de memoria social en la era digital: el caso de la Iniciativa Europea.	40	A detailed study of desalination exergy models and their application to a semi-conductor ultra-pure water plant
3	Modelos "in vitro" de la barrera hematoencefálica: aplicaciones y evaluación de una nueva línea de células endoteliales capilares cerebrales inmortalizadas humanas	41	A further step toward H2 in automobile: development of an efficient bi-functional catalyst for single stage water gas shift

4	'Copias Sombrías'? Adaptaciones cinematográficas de la Segunda República de Austria	42	A generic parallel combinatorial strategy to water tolerant asymmetric catalysis.
5	Osciladores de relajación 2D y 3D para mejorar la imagen de fluoroscopia.	43	A kösely vízminőségét meghatározó tényezők vizsgálata különös tekintettel a sóforgalomra
6	Modelado 3D por dinámica de fluidos computacional de interacciones locales de transferencia de momento, masa y calor con desactivación de catalizador en reactores catalíticos gas-sólido de baja relación de aspecto	44	Analysis of Factors Influencing the Water Quality of River Kösely with Specific Attention on Salt Flow
7	Morfología 3D de capas fotoactivas de células solares de polímero.	45	A new approach to develop cost-effective lignocellulosic bioethanol production
8	SLAM semántico en 3D de ambientes interiores con sensor de profundidad simple	46	A study of selected environmental issues related to biopharmaceutical manufacturing using Escherichia coli to produce a recombinant protein
9	SLAM sémantique 3D de l'environnement intérieur avec capteur de profondeur simple	47	A study of the bacterial flora contaminating haemodialysis fluids.
10	Un enfoque bioinformático para el desarrollo de marcadores.	48	A tale of two charges: zwitterionic polyelectrolyte multilayer membranes
11	Una comparación de las metodologías de producción de nanocables: electrodeposición de cobre en policarbonato de pistas iónicas grabadas y moldes de óxido de aluminio anodizado poroso	49	Acetate metabolism in Methanotrix soehngeni
12	Un estudio computacional y psicofísico de las distorsiones inducidas por el movimiento de la ubicación percibida.	50	Artificial groundwater recharge in forests : soil fauna and microbiology
13	Un retransmisor digital directo basado en un sintetizador digital directo de fase-interpolar y un bloqueo de inyección. Étude d'un émetteur numérique direct RF una base de sintetizador numérico	51	Fosfori aktiivfiltratsioon kaltsiumirikka hüdratiseeritud põlevkivituhasetega: sadestusmehhanismid ja taaskasutus

14	directo y de verroulización por inyección	52	Advanced design and management of hybrid constructed wetlands: environmental and water purification effects
15	Un gráfico discreto laplaciano para el procesamiento de señales.	53	Täiustatud meetodid kombineeritud tehismärgalade rakendamisel: keskkonnamõjud ja puhastusefektiivsus
16	Un sistema distribuido basado en eventos basado en filtros de flor de separación iterada	54	District Heating-driven Membrane Distillation for Water Purification in Industrial Applications
17	Una menta de la película missziói eszköz korunk változó vallásosságának kontextusában La	55	Dobijanje digoksina iz smeše sekundarnih glikozida Digitalis lanata Ehrh. različitim tehnikama ekstrakcije tečnost-tečnost : doktorska disertacija
18	película como un medio en la misión en el contexto de la religión cambiante de hoy	56	ISOLATION OF DIGOXIN FROM SECONDARY GLYCOSIDE MIXTURE OF Digitalis lanata Ehrh. USING DIFFERENT LIQUID-LIQUID EXTRACTION TECHNIQUES
19	Avances en el modelado de subregiones faciales y expresiones faciales utilizando técnicas de apariencia activa	57	Eco-compatible syntheses of bio-based solvents for the paint and coating industry
20	Avances en el modelado de subregiones faciales y expresiones faciales utilizando técnicas de apariencia activa	58	Synthèses eco-compatibles des solvants bio-sourcés pour l'industrie des peintures et revêtements
21	Perturbaciones y deformaciones adversas para redes neuronales convolucionales.	59	Economic analysis of technological innovations to improve sustainability of pangasius production in Vietnam
22	Estudios de aeroacústica de ramificaciones de ductos con aplicación a silenciadores	60	Effects of Organic Reducing Agents on the Fenton-like Degradation of Contaminants in Water with a Ferric Sludge Reuse. Orgaaniliste redutseerijate mõju rauasette taaskasutamisega Fenton-tüüpi protsessile reovees sisalduvate saasteainete lagundamisel
23	Filtrado de errores de la base de datos aerodinámicos a través de la descomposición de valores singulares de alto orden	61	Élaboration de la silice magnétique colloïdale pour application en biologie moléculaire : extraction des acides nucléiques
24	Dinámica del aerosol en medios porosos.	62	Preparation of colloidal silica magnetic particles for molecular biology application : nucleic acids extraction

25	Síntesis de nanopartículas de aerosol y su aplicación en reactores monolíticos para la oxidación catalítica del hollín y la producción de hidrógeno solar a partir de la división por agua.	63	Élaboration de nanostructures d'oxydes métalliques par post-décharge micro-ondes pour la photolyse de l'eau
26	A lo lejos, Etiopía: una encuesta sísmica local	64	Elaboration of metallic oxide nanostructures by microwave plasma afterglow for water splitting
27	Contaminación del aire en la ciudad de Nápoles: métodos de medición y modelos de pronóstico para la mejora de la calidad del aire.	65	Elaboration et conception des dispositifs de la récupération d'énergie à base de nanofils de ZnO et de microfibres de PVDF-TrFE
28	Filtros de aire de la cavidad vertical basados en micro-opto-mecánicos Fabry-Perot [Recursos Elektronische Ressource] / vorgelegt von Sören Irmer	66	Development and design of energy harvesting devices based on ZnO nanowires & PVDF-TrFE microfibers
29	Organofosfatos aerotransportados en la industria de la aviación: desarrollo de muestras y mediciones de exposición ocupacional	67	Electron Paramagnetic Resonance Studies of Point Defects in AlGaN and SiC
30	Filtros ópticos MEMS basados en Airgap: para el espectro ultravioleta-visible	68	Engineering the catalytic batchwise synthesis of H ₂ O ₂ from its elements
31	Filtros algebraicos para retroproyección filtrada.	69	Enhanced corrosion protection by microstructural control of aluminium brazing sheet
32	Algoritmos de radiolocalización y características adaptados a una arquitectura de acuerdo IR-UWB intégrée	70	Environmental microorganisms: microsystem approaches to separation and analysis
33	algoritmos de radiolocalización y tratamientos para una arquitectura de receptor IR-UWB integrada	71	Enzyme recovery using reversed micelles
34	Algoritmos y representaciones para apoyar la creación de música en línea con bases de datos de audio a gran escala	72	Integrating surface water treatment processes for rural communities.
35	Wander, M. info:eu-repo/dai/nl/304837725	73	Purification in running water : evaluation and modeling of oxygenation capacity of stepped cascades and waterfalls

36	2D-crystallization and 3D-structures of membrane channels and transporters	74	Épuration naturelle : de la rivière à la zone humide de rejet
37	A Berettyó-folyó biológiai vízminősítésének és hidrológiai jellemzőinek összefüggései	75	Natural purification : from river to constructed wetland
38	The Relationship Among Biological Water Qualification And Hydrological Factors Of The Berettyó River		

Nota: Lista de artículos base de datos Dart-Europe a evaluar. (Elaboración propia).

Después de lo anterior tenemos que proponer los parámetros con los cuales vamos a realizar la evaluación eso lo podemos evidenciar en la tabla 23.

Tabla 23.

Factores de evaluación de los artículos.

No	Nombre del factor	Peso	Ponderación
1	La tecnología es de fácil uso	3	17%
2	La tecnología logra purificar el agua	6	33%
3	La tecnología es duradera	3	17%
4	La tecnología es accesible	2	11%
5	La tecnología no generará ningún efecto secundario	4	22%

Nota: Matriz de evaluación de los artículos base de datos IEEE. (Elaboración propia).

En la tabla 24 podemos encontrar los rangos de puntuación para ejecutar la modelo de la media geométrica para determinar la mejor opción de acuerdo a los factores previamente mencionados.

Tabla 24.

Matriz de calificación.

Calificación	Concepto de cumplimiento
1 a 0,9	Excelente
0,8 a 0,7	Bueno
0,6 a 0,5	Medianamente bueno
0,5 a 0,4	Regular
0,1 a 0,2	Malo

Nota: Matriz de calificación de los artículos base de datos IEEE. (Elaboración propia).

Los resultados obtenidos los podemos visualizar en la tabla 25 en donde vamos a escoger la opción con mejor puntuación para continuar con el estudio en la fase de patentometría.

Tabla 25.
Resultados del método.

Número de artículos													
Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,93	0,74	0,74	0,67	0,58	0,58	0,84	0,67	0,79	0,79	0,84	0,74	0,74
2	0,79	0,79	0,84	0,84	0,79	0,79	0,79	0,79	0,67	0,79	0,74	0,79	0,84
3	0,74	0,79	0,67	0,79	0,79	0,74	0,67	0,74	0,74	0,67	0,84	0,84	0,79
4	0,58	0,74	0,79	0,74	0,67	0,58	0,79	0,67	0,74	0,79	0,79	0,74	0,74
5	0,74	0,79	0,74	0,74	0,93	0,93	0,89	0,67	0,79	0,79	0,79	0,79	0,74
Producto	3,78	3,85	3,78	3,78	3,77	3,63	3,99	3,54	3,73	3,84	4,01	3,90	3,85
Número de artículos													
Factor	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0,79	0,74	0,74	0,84	0,79	0,67	0,84	0,79	0,79	0,67	0,67	0,84	0,58
2	0,74	0,89	0,89	0,79	0,79	0,84	0,79	0,79	0,84	0,84	0,58	0,79	0,58
3	0,58	0,84	0,84	0,79	0,74	0,74	0,74	0,84	0,79	0,58	0,58	0,74	0,84
4	0,67	0,84	0,93	0,84	0,84	0,79	0,67	0,84	0,74	0,74	0,67	0,67	0,79
5	0,46	0,79	0,79	0,74	0,84	0,79	0,46	0,74	0,79	0,79	0,79	0,79	0,89
Producto	3,25	4,11	4,19	4,01	4,01	3,84	3,51	4,01	3,96	3,63	3,30	3,84	3,69
Número de artículos													
Factor	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1	0,84	0,84	0,58	0,67	0,67	0,84	0,74	0,84	0,84	0,74	0,74	0,79	0,89

2	0,79	0,93	0,67	0,67	0,74	0,79	0,58	0,79	0,67	0,79	0,79	0,74	0,79
3	0,79	0,84	0,84	0,79	0,84	0,79	0,79	0,74	0,79	0,84	0,84	0,84	0,74
4	0,84	0,79	0,79	0,74	0,79	0,74	0,84	0,74	0,74	0,79	0,84	0,84	0,74
5	0,74	0,74	0,74	0,74	0,58	0,67	0,79	0,79	0,74	0,84	0,67	0,58	0,84
Producto	4,01	4,15	3,63	3,61	3,63	3,84	3,75	3,90	3,78	4,01	3,89	3,70	4,06

Número de artículos

Factor	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1	0,84	0,74	0,84	0,84	0,84	0,67	0,79	0,74	0,67	0,84	0,89	0,84	0,67
2	0,89	0,84	0,79	0,79	0,79	0,74	0,84	0,79	0,84	0,79	0,93	0,58	0,58
3	0,79	0,79	0,74	0,58	0,58	0,79	0,79	0,84	0,67	0,84	0,89	0,84	0,58
4	0,84	0,79	0,67	0,67	0,74	0,84	0,74	0,84	0,79	0,67	0,97	0,84	0,67
5	0,79	0,84	0,84	0,67	0,74	0,84	0,79	0,79	0,74	0,58	0,93	0,74	0,84
Producto	4,16	4,01	3,89	3,56	3,70	3,89	3,96	4,01	3,71	3,73	4,60	3,85	3,35

Número de artículos

Factor	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
1	0,84	0,58	0,58	0,67	0,58	0,79	0,79	0,84	0,84	0,58	0,58	0,84	0,84
2	0,74	0,58	0,79	0,58	0,84	0,84	0,58	0,79	0,74	0,67	0,74	0,79	0,74
3	0,79	0,58	0,84	0,84	0,74	0,74	0,74	0,74	0,58	0,79	0,79	0,74	0,79
4	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,84	0,74	0,89	0,79	0,79	0,74	0,67
5	0,84	0,84	0,74	0,74	0,79	0,79	0,67	0,79	0,84	0,74	0,74	0,79	0,84
Producto	4,01	3,39	3,75	3,63	3,75	3,96	3,63	3,90	3,90	3,58	3,65	3,90	3,89

Número de artículos

Factor	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	66
1	0,84	0,74	0,79	0,84	0,79	0,74	0,93	0,67	0,74	0,79	0,84

2	0, 84	0, 74	0, 74	0, 79	0, 79	0, 74	0, 97	0, 84	0, 79	0, 84	0, 84
3	0, 79	0, 58	0, 79	0, 74	0, 84	0, 84	0, 93	0, 79	0, 84	0, 79	0, 79
4	0, 79	0, 79	0, 74	0, 74	0, 79	0, 79	0, 89	0, 58	0, 74	0, 74	0, 79
5	0, 74	0, 84	0, 74	0, 79	0, 74	0, 84	0, 93	0, 74	0, 79	0, 58	0, 74
Produ cto	4, 01	3, 70	3, 80	3, 90	3, 96	3, 95	4, 64	3, 63	3, 90	3, 75	4, 01

Nota: Matriz de resultados de los artículos base de datos Dart-Europe por medio del método de la media geométrica.

(Elaboración propia).

Los artículos que más se ajustan a los factores evaluadores son el ítem 50 y el ítem 72 respectivamente:

- Artificial groundwater recharge in forests : soil fauna and microbiology
- Integrating surface water treatment processes for rural communities.

6.3 Estudio de patentes.

6.3.1 Google Patents.

Para la fase de implementación del filtro para la purificación de aguas se lleva a cabo el estudio de artículos donde se buscó en la base de datos Google Patents, como motor de búsqueda utilizamos la palabra “filter for the purification of groundwater” se encontraron 7 resultados en donde se relacionan directamente con procesos de potabilización de aguas, de los cuales la muestra poblacional fue de 7 a patentes relacionadas. Con un error muestral del 5% y un 95% de confiabilidad. Los cuales se van a evaluar de acuerdo el método de la media geométrica.

- $N = 7$ Patentes
- $1 - \alpha = 95\%$
- $Z = 1,96$
- $P = 0,5$
- $q = 1 - 0,5 = 0,5$
- $e = 0,05$

$$n = \frac{7 \times 1,96^2 \times 0,6 \times 0,4}{(7-1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = 6,89 \text{ Patentes} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$n = 7 \text{ Patentes}$$

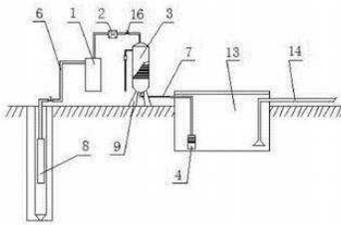
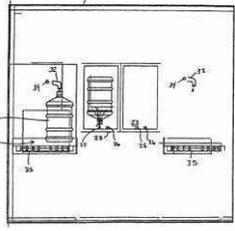
$$P_i = \prod P_{ij}^{w_j} \quad \text{Ecuación 12}$$

- P_i = Es la puntuación global de cada alternativa j
- P_{ij} = Es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i
- W_i = Es el peso ponderado de cada factor i

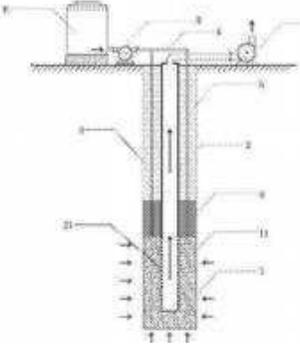
Tabla 26.

Matriz de patentes filtro para la purificación de aguas subterráneas.

Número y fecha de patente	Autores	Descripción	Imagen
<ul style="list-style-type: none"> • JP2009261011A • 2009-11-16 	<p>Shigeo Sakagami, Yukihiro Tanizoe</p>	<p><P> PROBLEMA A RESOLVER: Para obtener un sistema de purificación de agua subterránea que use una pequeña cantidad de cloro y que pueda reducir los costos de construcción y la administración de la operación. <P> SOLUCIÓN: El sistema de purificación de agua subterránea combina un dispositivo de filtración de contacto biológico para realizar un tratamiento previo con un dispositivo de tratamiento avanzado que comprende una resina de intercambio iónico o una película de producto químico polimérico, etc. <P> DERECHOS DE AUTOR: (C) 2011, JPO & INPIT. (Japon Patente nº JP2009261011A, 2009)</p>	

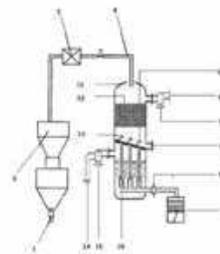
<ul style="list-style-type: none"> • CN201620833789 • 2016-08-04 	<p>Golden Ming Golden Sea</p>	<p>Dispositivo de purificación de filtración de agua subterránea.</p> <p>Hay un aireador penetrado, un clarificador, una bomba de lavado de retorno, un tubo de conexión y un tubo de lavado de agua de juego, etc. Hay un separador de ciclo, agua y constituye. la parte inferior de la bomba de lavado de fondo del clarificador a través de un separador cíclico de conexión a través del tubo de conexión, está equipada con agua en el tubo de conexión y penetra en el aireador; un lado del clarificador está provisto con la parte posterior lavado de la tubería de descarga de contaminación. La arena del contenedor cuando esta instalación de purificación de agua subterránea adopta un separador de ciclón para retener, la purificación del agua de aireación de la aireación se introduce en el agua, adopta directamente para avanzar el modo recto que sale y enjuague el clarificador a través de la b El problema del clarificador actual debido a la estructura es complicado, se resuelve la operación compleja de la tubería que trae más lavado, la intensidad de la mano de obra del personal de operación. ha sido ampliamente aliviado. (China Patente n° CN205974032U, 2016)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • ES2281391T3 • 2007-10-01 	<p>David Conway Sean Doyle Thomas J. Smith Peter Sorensen</p>	<p>Un sistema (10) para purificar agua, que comprende: un alojamiento (30); una entrada (11) de agua para recibir agua que ha de purificarse en el alojamiento (30); medios (12, 14) de filtración conectados a la entrada (11) de agua para filtrar el sedimento y la materia particulada del agua; una bomba (13) de entrada conectada a dichos medios (12, 14) de filtración dentro</p>	

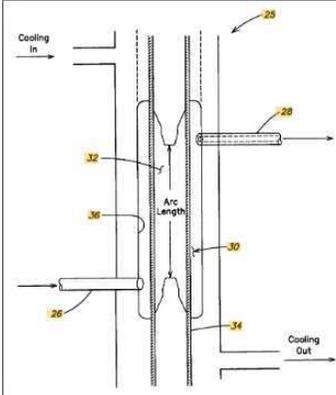
		<p>del alojamiento (30), estando dicha bomba (13) adaptada para mantener el agua fluyendo a través del alojamiento a una presión predeterminada; una unidad (15) multiagente de lecho mixto conectada al medio (12, 14) de filtración dentro del alojamiento (30) para eliminar los contaminantes y controlar el crecimiento orgánico del agua, comprendiendo dicha unidad (15) multiagente de lecho mixto carbón activado granular, cuarzo de alta calidad y un material granular que contiene cobre y zinc; medios (16) de tratamiento ultravioleta conectados a la unidad (15) de varios usos de lecho mixto dentro del alojamiento (30) para someter el agua en el sistema a radiación ultravioleta; un sistema (17) de tratamiento con ozono conectado a los medios (16) de tratamiento ultravioleta para eliminar las bacterias y virus en el agua; medios (19) de filtración de bloque de carbón dispuestos dentro del alojamiento (30) para filtrar el agua de material orgánico; medios (20) dispensadores conectados a los medios (19) de bloque de carbón dentro del alojamiento para dispensar agua purificada al recipiente lavado; y al menos un medio (23) de lavado conectado al tratamiento (17) con ozono dentro del alojamiento (30) para lavar un recipiente (31) de agua con agua ozonizada. (Estados Unidos Patente nº ES2281391T3, 2001)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • CN20 18104 37668 • 2018-05-09 	<p>Wang Bin Xie, Xianjun Xia Xinxing, Xu Qian Jiang Jiayi</p>	<p>Sistema de tratamiento de purificación de aguas subterráneas in situ basado en material de filtro mineral compuesto.</p> <p>Un marco de material de filtro para el material de filtro mineral</p>	

		<p>compuesto obtenido mezclando zeolita modificada y arena natural de manganeso se dispone en proporción dentro de un pozo para purificar el agua subterránea, y el material de filtro mineral compuesto es respetuoso con el medio ambiente, barato y fácil de obtener; el agua purificada ingresa a una tubería de bombeo de agua a través de una parte de tubo floral y se extrae del subsuelo; después de un período de tiempo, la actividad del material de filtro mineral compuesto se vuelve más baja, y se inyecta una sustancia química por medio de un tubo de inyección de químicos para activar el material de filtro mineral compuesto, de modo que el material de filtro mineral compuesto se puede usar nuevamente para purificar el agua subterránea. y se logra la reutilización a largo plazo del material de filtro mineral compuesto y el tratamiento de purificación in situ de las aguas subterráneas; en alusión a las características de la calidad del agua del agua subterránea con alto contenido de arsénico, se pueden eliminar simultáneamente tres contaminantes principales, a saber, nitrógeno amoniacal, hierro y arsénico, en el agua; el sistema de tratamiento de purificación de aguas subterráneas in situ es simple en estructura y fácil de operar; El costo de construir un sistema de tratamiento de agua en el suelo y el área del piso se reduce. (China Patente n° CN108467080A, 2018)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • CN201610628778 	<p>Yang Jinming</p>	<p>Dispositivo de purificación de filtración de agua subterránea.</p> <p>El dispositivo consiste en un desandar ciclón, un aireador de chorro de agua, un purificador, una</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • 2016-08-04 		<p>bomba de retrolavado, una tubería de conexión y una tubería de retrolavado de agua de efluente. La parte inferior del purificador está conectada a la bomba de retrolavado a través de la tubería de retrolavado de agua del efluente, la parte superior del purificador está conectada al desandar ciclón a través de la tubería de conexión, y la tubería de conexión está equipada con el aireador de chorro de agua; El purificador se compone de un soporte, una cubierta de purificador, una placa de tamiz y una capa purificadora de filtrado. El dispositivo de purificación de agua subterránea emplea el desandar ciclón para una interceptación efectiva de arena. Cuando el pozo comienza, el aireador de chorro de agua realiza una aireación para purificar el agua, la bomba de retrolavado limpia el purificador de manera directa. La filtración de agua subterránea El dispositivo de purificación tiene las características de estructura simple, gran rendimiento de agua y buen efecto de purificación, resuelve el problema de la operación compleja causada por la estructura complicada y muchas tuberías durante la limpieza por los purificadores existentes, y reduce en gran medida la intensidad de mano de obra del personal de operación. (China Patente nº CN106007043A, 2016)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • CN 20142 03945 66 • 2014-07-17 	Yuan Yuan	<p>Contaminación de aguas subterráneas y dispositivo de purificación.</p> <p>El modelo de utilidad se relaciona con un dispositivo de filtración y purificación de contaminación de aguas</p>	

subterráneas y pertenece al campo técnico del tratamiento de aguas. El dispositivo de filtración y purificación de la contaminación del agua subterránea consiste en un removedor de arena, un purificador, un aireador de chorro de agua, una bomba de retrolavado, un medio poroso, un deflector inclinado y un tubo de conexión, en donde la parte superior del purificador está conectada con el removedor de arena mediante en virtud de la tubería de conexión, y el agua bruta se somete a una eliminación preliminar de arena en virtud del eliminador de arena y entra en una capa media porosa; la capa media porosa está dispuesta dentro del purificador y se reduce gradualmente de arriba a abajo, de modo que las impurezas de diferentes granularidades pueden filtrarse gradualmente; el aireador de chorro de agua está dispuesto en la tubería de conexión, para que la calidad del agua se purifique; el dispositivo de purificación es limpiado por la bomba de retrolavado adoptando un modo de salida directa de entrada directa; y el deflector inclinado soporta las impurezas filtradas por el medio poroso, la descarga de contaminación se realiza directamente en virtud de una salida de drenaje, y se alivia la acumulación de impurezas en el dispositivo de purificación. El dispositivo de filtración y purificación de la contaminación del agua subterránea tiene las características de estructura simple, alto rendimiento de agua, buen efecto de purificación y comodidad en la limpieza. Después de que se



		<p>implementa el dispositivo descrito por el modelo de utilidad, se solucionan los problemas de operación complicada y limpieza incompleta debido a la estructura compleja y múltiples tuberías cuando se limpia el purificador convencional y se alivia la intensidad de trabajo de un operador. (China Patente n° CN204281439U, 2014)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● US71 0881 B2 ● 2002-02-26 	<p>Roy Martin</p>	<p>La halogenación de punto de interrupción continua con especies de radicales libre hidroxilo se usa para aumentar la tasa de desinfección de un sistema de agua y mantener una alta tasa de oxidación en el agua a granel de la piscina, spas y otros sistemas de agua a pesar de la presencia de demanda acumulada. Los compuestos indeseables pueden eliminarse manteniendo un nivel de potencial de oxidación deseado. La velocidad de avance y la proporción de especies de radicales libres y donantes de halógeno se pueden optimizar para mantener el rango de halógeno en ppm deseado y mantener un ORP de, por ejemplo, 780 mV-820 mV. Mantener estos parámetros puede prevenir o incluso revertir la acumulación de halógenos combinados y otros compuestos volátiles halogenados, que pueden contaminar el aire y el agua de las instalaciones de agua como las piscinas cubiertas. (Estados Unidos Patente n° US20030160005A1, 2004)</p>	 <p>The diagram illustrates a vertical pipe system for water treatment. It features a central vertical pipe with a section labeled 'Arc Length'. On the left side, there is a 'Cooling In' inlet with an arrow pointing into the pipe. On the right side, there is a 'Cooling Out' outlet with an arrow pointing away from the pipe. Various components are labeled with numbers: 25, 26, 28, 30, 32, 34, and 36. The diagram shows a complex arrangement of pipes and valves, likely representing a specialized filtration or disinfection process.</p>

Nota: Matriz de patentes filtro para la purificación de aguas subterráneas. (Elaboración propia).

De acuerdo con lo anterior en la tabla 26, el paso a seguir es abreviar los nombres de las patentes para tener un mejor entendimiento de los datos pasándolos a una clasificación numérica como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27.

Patentes de base de datos Google Patents a evaluar.

Número de patente	Nombre de la patente
1	Sistema de purificación de agua subterránea que use una pequeña cantidad de cloro-
2	Dispositivo de purificación de filtración de agua subterránea.
3	Cartucho de filtro de purificación de agua para la eliminación de cesio y método de fabricación del mismo.
4	Sistema de tratamiento de purificación de aguas subterráneas in situ basado en material de filtro mineral compuesto.
5	Dispositivo de purificación de filtración de agua subterránea por aireación.
6	Dispositivo de purificación con arena, un purificador, un aireador de chorro de agua, una bomba de retrolavado, un medio poroso, un deflector inclinado y un tubo de conexión.
7	La halogenación de punto de interrupción continua con especies de radicales libres.

Nota: Patentes de base de datos Google Patents a evaluar. (Elaboración propia).

Después de lo anterior tenemos que proponer los parámetros con los cuales vamos a realizar la evaluación eso lo podemos evidenciar en la tabla 28.

Tabla 28.

Factores de evaluación de las patentes.

No	Nombre del factor	Peso	Ponderación
1	La tecnología es de fácil uso	3	17%
2	La tecnología logra purificar el agua	6	33%
3	La tecnología es duradera	3	17%
4	La tecnología es accesible	2	11%
5	La tecnología no generará ningún efecto secundario	4	22%

Nota: Matriz de evaluación de las patentes base de datos Google Patents. (Elaboración propia).

En la tabla 29 podemos encontrar los rangos de puntuación para ejecutar la modelo de la media geométrica para determinar la mejor opción de acuerdo con los factores previamente mencionados.

Tabla 29.

Matriz de calificación.

Calificación	Concepto de cumplimiento
1 a 0,9	Excelente
0,8 a 0,7	Bueno
0,6 a 0,5	Medianamente bueno
0,5 a 0,4	Regular
0,1 a 0,2	Malo

Nota: Matriz de calificación de las patentes base de datos Google Patents. (Elaboración propia).

Los resultados obtenidos los podemos visualizar en la tabla 30 en donde vamos a escoger la opción con mejor puntuación para continuar con el estudio en la fase de estudio técnico.

Tabla 30.

Resultados del método.

Factores	Peso	Ponderad o	coeficientes de propuestas						
			1	2	3	4	5	6	7
1	3	17%	0,9 3	0,7 4	0,8 9	0,9 3	0,5 8	0,5 8	0,9 3
2	6	33%	0,7 4	0,7 9	0,8 4	0,8 4	0,8 9	0,3 4	0,9 7
3	3	17%	0,7 9	0,7 9	0,6 7	0,8 9	0,8 9	0,8 4	0,8 4
4	2	11%	0,8 9	0,7 4	0,7 9	0,7 4	0,6 7	0,5 8	0,9 7
5	4	22%	0,7 9	0,8 9	0,7 4	0,9 3	0,9 3	0,7 9	0,9 3
			4,1 4	3,9 5	3,9 3	4,3 2	3,9 6	3,1 5	4,6 3

Nota: Matriz de resultados de las patentes base de datos Google Patents por medio del método de media geométrica. (Elaboración propia).

La patente que más se ajusta a los factores evaluadores es el ítem 7, el cual tiene el nombre de “La halogenación de punto de interrupción continua con especies de radicales libres”, opción que recibió una modificación para la implementación en la región agregando unos proceso por medio de carbón activo y arena clorada, todos estos procesos en un solo dispositivo el cual de ahora en adelante en el documento recibe el nombre de “Filtro de purificación de aguas por radicales

libre”, este proceso de ajustes en las etapas de purificación obedecen a la necesidad de las familias en la población en la vereda las Moras.

6.4 Estudio técnico

En esta avanzada etapa de estudio de la investigación procedemos a hacer y establecer los parámetros técnicos mínimos según la NTC, para elaborar un producto con los debidos requerimientos técnicos, para ello la elaboración de un prototipo es fundamenta, y con la ayuda del experto, encargado de los laboratorios de la facultad de ingeniería de la Uniagustiniana, David Delgadillo obtuvimos la asesoría en los procesos que interactúan en la generación de valor del líquido con el fin de obtener una mejora notable para beneficio de la comunidad de la vereda las Moras.

6.4.1 Prototipo.

El proceso de purificación por medio de radicales libres en el grafito es un proceso complejo que lleva consigo la cooperación de otras interacciones, con materiales minerales para ello, tenemos que diseñar una estructura que nos permita, de manera óptima la relación de todas estas etapas.

6.4.1.1 Diseño de prototipo.

Gracias a él software de diseño y modelado SketchUp, diseñamos la estructura del prototipo el cual podemos ver en la figura 46,47 y 48.

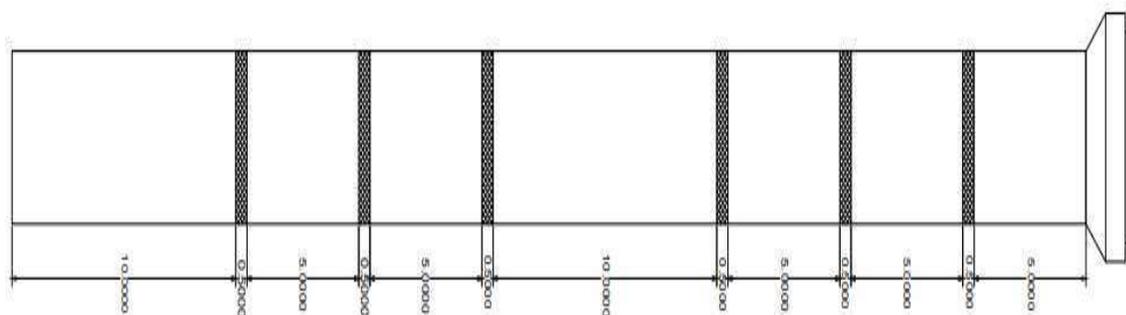


Figura 46. Vista de plano 2D del prototipo acotado con sus medidas en cm. (Elaboración propia) software SketchUp.

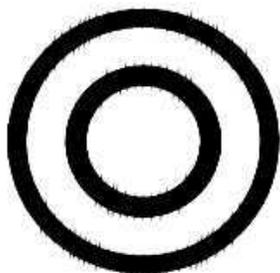


Figura 47. Vista de planta 2D del prototipo con un radio de 2". (Elaboración propia) software SketchUp.

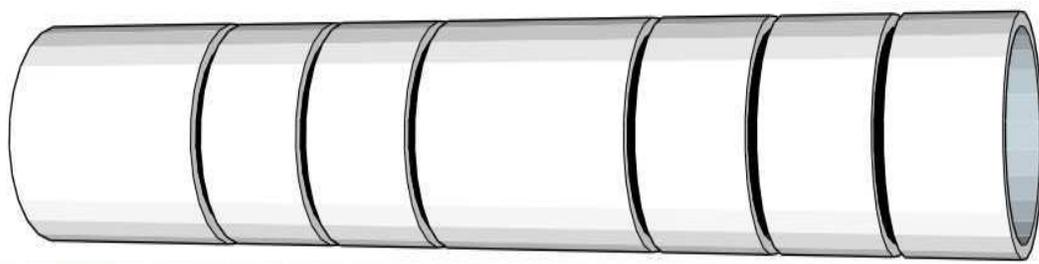


Figura 48. Vista de plano 3D del prototipo con diámetro de 55cm . (Elaboración propia) software SketchUp.

En la anterior imagen observamos la separación de cada fase de filtro, la cual está dividida por una rejilla de 5mm de grosor, con un cuadrículas de 2mmx2mm la cual ayuda a una efectiva interacción entre una fase a otra y además permite el adecuado proceso de intercambio de iones. Esta rejilla fue diseñada, por el especialista de diseño e impresión 3d de la Uniagustiniana del área de emprendimiento e innovación la cual podemos ver en la figura 49 y 50 adicional agregamos la ficha técnica del de la rejilla proporcionada por el área de emprendimiento lo cual podemos encontrar en el anexo 12.

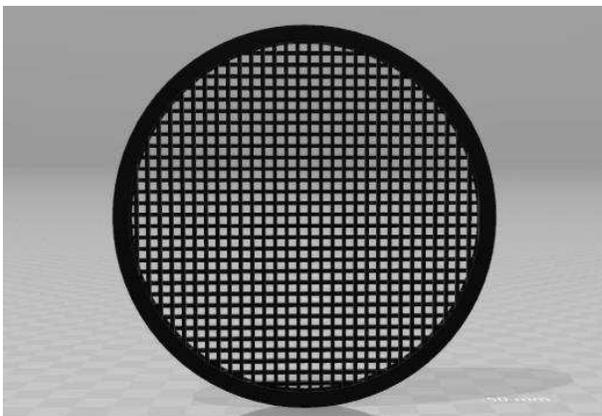


Figura 49. Vista de plano 3D del prototipo de la rejilla de separación entre procesos para impresión 3D. (Elaboración propia)



Figura 50. Rejilla prototipo de separación entre procesos impresa en 3D. (Elaboración propia)

6.4.1.2 Elaboración del prototipo.

Teniendo el diseño del prototipo decidimos que el material adecuado para su elaboración es el PVC ya que es un material que este certificado por la NTC 1087 y más del 95% del manejo de las aguas en Colombia se realiza con este material, debido a su densidad, resistencia, manejos de grandes cantidades de aguas en largos lapsos de tiempo. Para la elaboración del prototipo:

- realizamos la compra de los materiales necesarios para el ensamble de la estructura diseñada en el software SketchUp

- La facultad de ingeniería de la Uniagustiniana nos suministró un laboratorio especializado, con los instrumentos de medición requeridos para el ensamble del prototipo y montaje de las fases de filtrado, con el fin de garantizar la eficacia de este.
- Se realiza medición y ajuste de las piezas.
- Se realiza medición y ajuste de los componentes que interviene en cada fase, para que su funcionamiento sea el correcto.
- Se realiza ensamble físico del prototipo.
- Se realiza montaje de las fases de filtrado.
- Se realiza prueba de caudal.
- Se recaudan muestras con la instrumentación adecuada para análisis visual (olor, color, textura)
- Se finaliza la etapa de elaboración de prototipo.

A continuación, encontramos el registro y evidencia fotográfica del proceso de elaboración del prototipo debidamente detallado.

Materiales. A continuación, podemos evidenciar en la tabla los materiales necesarios para la elaboración del prototipo.

Tabla 31.

Materiales utilizados para la elaboración del prototipo.

No.	Materiales	Cantidad	U. medida
1	Arena rio cal 70/70	4	Kg
2	Carbón Activo	3	Kg
3	Grafito	0,5	Kg
4	Pastillas de cloro	1	Unidad*50gr
5	Gravilla Limpia	0,5	Kg
6	Piedra Pomes	1	Unidad*50gr
7	Rejilla 2mm	2	N/A
8	Tubo 4X55cm Sanitario	0,55	Metros
9	Reductor de caudal 2" a 1"	1	N/A
10	Tubo de presión de 1"	0,3	Metros
11	Reductor de caudal 4" a 2"	2	N/A
12	Reductor de caudal 2" a 1/2"	1	N/A
13	Unión de 4"	2	N/A

Nota: Tabla de materiales requeridos para la elaboración del prototipo. (Elaboración propia).

Materiales utilizados. Se documenta cada paso del proceso de elaboración del prototipo como se va a evidenciar en las siguientes figuras.

- Carbón activo.



Figura 51. Carbón activo. (Elaboración propia).

- Pastillas de cloro.



Figura 52. Pastillas de cloro. (Elaboración propia).

- Grafito.



Figura 53. Grafito. (Elaboración propia).

- Piedra Pómez.



Figura 54. Piedra Pómez. (Elaboración propia).

- Gravilla limpia



Figura 55. Gravilla limpia. (Elaboración propia).

- Arena de río 70/70.



Figura 56. Arena de río 70/70 con origen en el Río Guatiquia en Villavicencio Meta. (Elaboración propia).

- Tubo de PVC de presión de ½”.



Figura 57. Pieza de salida o de final de proceso con salida de un caudal de ½”. (Elaboración propia).

- Tubo de PVC de presión de 1”.

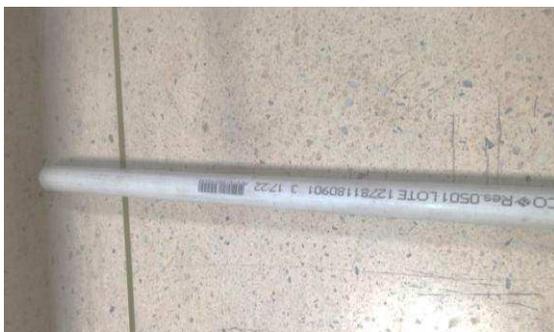


Figura 58. Pieza de entrada o ingreso de caudal para ser procesado en tubo de 1”. (Elaboración propia).

- Reductor de caudal de 4" a 2".



Figura 59. Reductor de caudal de 4" a 2" (Elaboración propia).

- Reductor de caudal de 2" a 1/2".



Figura 60. Reductor de caudal de 2" a 1/2". (Elaboración propia).

- Rejilla de 5 mm.



Figura 61. Rejilla para separación de fases de 5mm de grosor con un radio de 5.08cm y una cuadrícula de 2mm x 2mm. (Elaboración propia).

- Unión de 4". En la figura 64 la pieza conecta la parte de ingreso de caudal y la de salida de caudal a la unidad de procesamiento, por medio de un proceso de sellado térmico y soldadura PVC, la cual no genera alteraciones en el proceso interno del filtro.



Figura 62. Unión de 4". (Elaboración propia).

Ensamble paso a paso. A continuación, documentamos el paso a paso detallado del ensamblaje del prototipo y el montaje de cada fase de filtrado. Para iniciar de la figura 63-65 podemos ver los tres componentes de la estructura física de nuestro prototipo.

- Tubo de 4" de 55 cm.



Figura 63. Tubo de 4" de 55cm de largo que funciona como el espacio de transición de las fases. (Elaboración propia).

- Parte superior de ingreso del caudal a procesar, Como podemos observar en la figura 64 se hace una pieza la cual cuenta con varias partes individuales, esta pieza es la parte superior del prototipo donde, inicia el proceso de purificación y se dispone a las fases de purificación por el método de radicales libres.



Figura 64. Pieza de ingreso de agua a procesar con un caudal de 1". (Elaboración propia).

- Parte inferior salida del producto, Como podemos observar en la figura 65 se hace una pieza la cual cuenta con varias partes individuales, esta pieza es la parte baja del prototipo donde, termina el proceso de purificado y se dispone al usuario final.



Figura 65. Pieza de salida o de final de proceso con salida de un caudal de ½". (Elaboración propia).

- Para la construcción del prototipo tenemos que ensamblar los tres componentes del filtro, con la unión de 4" en cada extremo del tubo de 55 cm, luego procedemos a ensamblar el componente de salida de caudal con un proceso de sellado térmico y soldadura PVC, que no afecte el proceso interno del prototipo, luego esperamos 20 minutos para que este completado el sellado térmico. Para el componente de entrada de caudal este cuenta con un enlace de rosca para, el montaje de las fases internas del filtro y un adecuado y fácil mantenimiento como se muestra en la figura 66 y 67.



Figura 66. Ensamble componente de salida de caudal con el componente de procesamiento por medio de la unión de 4" con una salida de ½". (Elaboración propia).



Figura 67. Ensamble componente de entrada de caudal con el componente de procesamiento por medio de la unión de 4" con una entrada de 1" y sistemas de rosca para mantenimiento. (Elaboración propia).

- En el siguiente iniciamos a montar fase por fase, teniendo en cuenta los procesos para la activación de funciones especiales en los componentes, como lo es el caso de la activación del grafito por en proceso térmico que tarda aproximadamente, 24 horas en donde preparamos el material para, que el proceso de radicales libre sea altamente efectivo. La primera fase de interacción de filtrado es la de carbón activo, espesor de la fase 5 cm dividido, arriba y abajo con rejillas de 5mm de grosor con las características anteriormente mencionadas. En la Figura 68 observamos la preparación de la primera fase del filtro.



Figura 68. Preparación fase 1. (Elaboración propia)



Figura 69. Fase 1 carbón activo espesor 5cm. (Elaboración propia)

El carbón activo tiene la habilidad de captar los componentes ajenos a la estructura del agua, por medio de enlaces simples en sus millones de microporos gracias a la gran complejidad estructural de su composición.

- La fase 2 es la de arena de río clorada, para hacerla clorada tenemos que agregar 0,0533 gr de cloro por cada gramo de arena, esta proporción corresponde a las características de pH en la región como lo manifiesta (Etienne, 2009). Para documentar el proceso se hizo una cloración

de 15gr de arena que para la proporción mencionada anteriormente es de 0,8 gr de cloro como se evidencia en la figura 70, 71 y 72.



Figura 70. Fase 2, espesor de 5cm medida de la arena en gr. (Elaboración propia)



Figura 71. Fase 2, espesor de 5cm medida del cloro en gr. (Elaboración propia)



Figura 72. Fase 2, espesor de 5cm medida arena clorada en gr. (Elaboración propia)

Para culminar el montaje de la fase 2 podemos ver la instalación completa dentro del prototipo en la figura 73.



Figura 73. Fase 2 instalación completa. (Elaboración propia)

- En la fase 3 tenemos que preparar el grafito, para la generación de óxido de grafeno por medio del proceso de fotocatalisis para genera el estado de radicales libres en el mineral, estos son procesos de oxidación avanzados, los cuales permiten procesos de potabilización más eficientes, este procedimiento para la activación del óxido de grafeno se realiza a altas temperaturas por encima de los 300 °C con una duración aproximada de 24 horas. Luego te tener preparado este componente, se introduce en el prototipo una fase de 10 cm de espesor como se puede ver en la figura 74. (Garces, 2015)



Figura 74. Fase 3, oxido de grafeno activado (Elaboración propia)

- La fase 4 es la de la gravilla 100% limpia, con un espesor de 5cm, le da claridad y pureza al agua ya que elimina los sólidos en suspensión que continúan en el proceso en el momento de iniciar la fase como se muestra en la figura 75.



Figura 75. Fase 4, gravilla 100% limpia (Elaboración propia)

- Fase 5 pertenece nuevamente a carbón activo se documenta esta fase en la figura 76.



Figura 76. Fase 5, carbón activo espesor 5cm. (Elaboración propia).

- La fase 6 es la de arena de río 70/70 del río Guatiquia en Villavicencio, la cual funciona como proceso de tamizado debido a los grandes granos de la arena, por medio del efecto pared, que permiten retener partículas ajenas al agua adicionalmente la arena de río le proporciona al mineral sales, lo cual permite que en el momento de la ingesta, el agua no robe las sales del cuerpo de la persona causando deshidratación el espesor de esta fase es de 5cm y de evidencia su incorporación dentro del filtro en la figura 77.



Figura 77. Fase 6, arena de río 70/70, espesor 5cm. (Elaboración propia).

Verificación y validación de funcionalidad. En el espacio restante dentro del componente de procesamiento, actúa la fase 7 la cual pertenece a el oxígeno, que tiene un espesor de 10cm y ayuda a la oxigenación del proceso. Con esta fase terminamos el proceso de ensamble y montaje del prototipo, ahora se procede a realizar las respectivas pruebas de funcionalidad analizando las características físicas del agua a experimentar.

- En esta etapa procedemos a realizar las pruebas donde miramos si el filtro quede bien ensamblado, conectándolo con una manguera a la llave para verificar si funcionamiento con caudal a presión y que el filtro cumpla con su función como lo muestran la figura 78 y 79.



Figura 78. Etapa de análisis de calidad física y prueba de caudal. (Elaboración propia).



Figura 79. Etapa de análisis de calidad física y prueba de caudal. (Elaboración propia).

Para termina la fase de elaboración de prototipo se hace el análisis de una muestra de agua que cuenta con características físicas deficientes, esta agua se tubo 15 días almacenada proveniente de un aljibe en Barranca de Upia Meta, la cual tenía olor fétido y el color era rojizo luego de evaluarla por el prototipo este mostro características físicas aceptables como se evidencia en la figura 80.



Figura 80. Muestra de cambio de características físicas del agua. (Elaboración propia).

Debido a que el prototipo cuenta con estándares aceptables procedemos a la implementación en zona de estudio para evaluar su desempeño.

6.4.2 Implementación.

Para la implementación, nos dirigimos al departamento del Meta, en el municipio de Barranca de Upia, en la vereda Las Moras. Para determinar la casa donde implementar nuestro prototipo evaluamos dos aspectos, el primero fue que esa contará con un aljibe propio y el segundo que las personas tuvieran la disponibilidad de tiempo para poder implementarlo. Por estos dos motivos

trabajamos en la casa de la señora Fabiola Urrego, donde ella nos autorizó implementar nuestro prototipo. Esta vereda se encuentra a 2.9 km del pueblo, a 5 minutos en carro como lo muestra la siguiente figura.

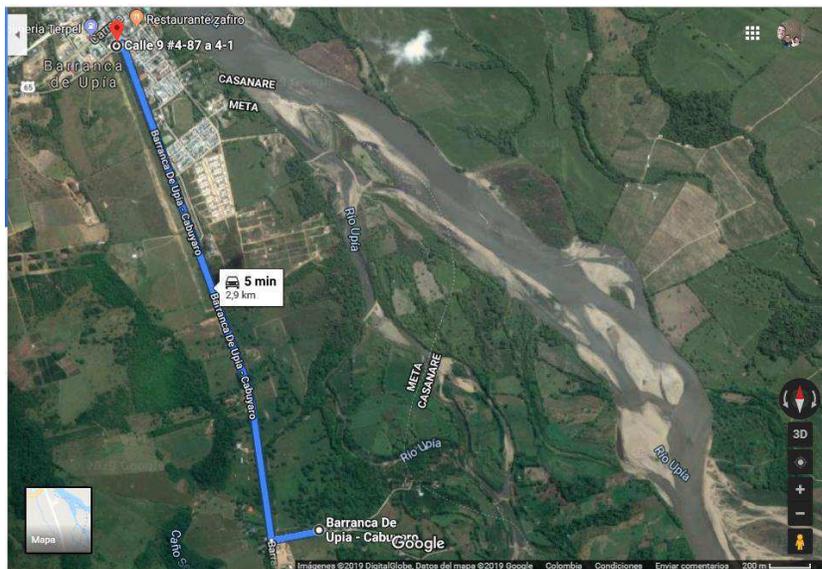


Figura 81. Ubicación satelital de la vivienda donde se implementa el prototipo. (Elaboración propia).

Lo primero que se hizo fue preparar el espacio donde se va a instalar el prototipo, el cual va a trabajar con tubo de 1" de presión de agua potable, por el principio de gravedad. Luego procedemos a intervenir la red hídrica que se utiliza para el suministro de agua para el hogar, se le realiza un acople de 1" para llevar el caudal al filtro, el cual va a estar regulada por una unión on/off para el control de abastecimiento. Luego se hace una perforación en el mesón que es de 10cm de grosor para dar paso al tubo de salida de ½", por el cual va a salir el agua respectivamente tratada como lo vamos a documentar a continuación.

- El aljibe que se evidencia en figura 82 y 83 corresponde al del hogar en el que se realiza la implementación, donde por las características físicas de los remanentes que deja el agua en los instrumentos de captación como la motobomba se evidencia que el recurso no cuenta con los requerimientos mínimos para el consumo.



Figura 82. Aljibe de la vivienda de implantación. (Elaboración propia).



Figura 83. Aljibe de la vivienda de implantación. (Elaboración propia).

- Esta es la cocina donde se implementó el prototipo, acá en la figura 84 podemos ver a los ingenieros cortando los tubos para realizar los acoples respectivos para la instalación del prototipo.



Figura 84. Implementación fase inicial. (Elaboración propia).

- En la figura 85 y 86 podemos evidenciar los acoples que llegan al filtro desde el tanque de reserva, donde se puso la válvula on/off para poder controlar el caudal que le llega al prototipo y a su vez se realizó la perforación del mesón para la salida de un tubo de PVC de presión de $\frac{1}{2}$ ", ya que para el óptimo funcionamiento el principio de gravedad es importante.



Figura 85. Implementación instalación del prototipo en la red hídrica del hogar. (Elaboración propia).



Figura 86. Implementación perforación mesón, para salida de caudal de $\frac{1}{2}$ ". (Elaboración propia).

- En la figura 87 se puede observar la funcionalidad, del prototipo en la vivienda tal cual como lo observamos previamente en, la fase experimental en el laboratorio de la facultad de ingenierías de la Uniagustiniana. Aunque el caudal no es abundante es suficiente para que la familia se abastezca del recuso potable para el consumo y mejore sus condiciones de vida.



Figura 87. Implementación prueba de captación. (Elaboración propia).

Como podemos ver en la figura 86 la familia debido al impacto provocado por la implementación, tomo una olla convencional aproximadamente de 50 litros y la destino para el almacenamiento ya que para ellos el agua potable les genera mucho valor.

6.4.1 Muestra de agua.

Ya implementado el prototipo realizamos la recolección de una muestra de agua para evaluar el nivel de eficiencia del filtro de radicales libres, para comparar esta muestra con una realizada días atrás identificando la mejora. siendo las 12:17 el día lunes 09 abril se realizó el levantamiento de la muestra de agua la cual se toma en el hogar de la señora Fabiola Urrego en la vereda las Moras esta muestra se le suministro al laboratorio especializado de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional de Colombia en cooperación con el IDEAM. El cual, por medio del proceso de absorción atómica, dio como resultado que la muestra analizada no cumple con los estándares permitidos según la resolución 2115 de 2007, donde en el cuadro n.4, indica que el nivel de hierro (Fe) debe ser inferior a 0,3 y el de manganeso (Mn) debe ser mayor(>) 0,1. Lo cual para nuestro análisis, la muestra cumple con el parámetro establecido para el porcentaje de hierro (Fe) el cual nos arrojó un contenido un contenido de 0.2 mg/L Fe+3 y de manganeso se encuentra en los parámetros establecidos el cual fue de Mn<0,05 mg/L Mn+7 como se evidencia en la figura 88.



LABORATORIO INGENIERIA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

Laboratorio de Ingeniería Ambiental (IDEAM)
Calle 11C No. 80B-71 / Bogotá
Teléfono: 313-4205660
Fecha de Registro: 2019-04-11



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL COLOMBIA

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	ANDRÉS FELIPE CORDERO ROMERO	ANÁLISIS N°:	34967
Persona a contactar:	SR. ANDRÉS FELIPE CORDERO ROMERO	Cotización N°:	105-2019
Dirección / Ciudad:	CALLE 11C No. 80B-71 / BOGOTÁ	Orden de trabajo:	039-2019
Teléfono Fijo/Fax/Móvil:	313-4205660	Recibida por:	C. A. C. V.
Fecha de Registro:	2019-04-11	Fecha de Entrega:	2019-04-25

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Municipio:	BARRANCA DE UPIÁ	Departamento:	META
Procedencia:	VEREDA LAS MORAS, AGUA SUPERFICIAL	Toma de Muestra:	NO
Punto de Captación:	ALGIBE UBICADO EN LA CASA DE FABIOLA URREGO	Tipo de Muestra:	AGUA CRUDA
Fecha De Toma de Muestra:	2019-04-07 6:00 p. m.	Tipo Toma de Muestra:	PUNTUAL

RESULTADOS			
Parámetro	Unidades	Método	Resultado
Hierro	mg/L, Fe + ²	Absorción Atómica	<0,2
Manganeso	mg/L, Mn + ²	Absorción Atómica	<0,05

OBSERVACIONES:

La muestra analizada no fue recolectada por personal del laboratorio ni bajo supervisión del mismo, por lo que estos resultados son solamente válidos para esta muestra.



ING. LEONARDO CALLE
Coordinador Laboratorio Ing Ambiental





Q. CÉSAR AUGUSTO COY VELANDIA
Responsable Técnico M.P. Q-3246

Figura 88. Muestra de aguas laboratorio de ingeniería UNAL vía correo. (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta que el prototipo cumplió con todos los requerimientos para solucionar el problema de aguas no aptas para el consumo en la vereda las Moras, que tienen como efectos problemas en la salud de las personas y efectos asociados a la productividad teniendo en cuenta el agua como un factor en la calidad de las actividades nativas de la región. Por tal motivo nos disponemos a realizar con parámetros Técnicos el adecuado diseño del producto.

El nivel de eficiencia del agua fue de para la remoción del componente en exceso el cual fue el hierro (Fe) debe ser inferior a 0,3 en la primera muestra antes de la implementación del prototipo era del 16.67% y luego de ella se sitúa la eficiencia y calidad del recurso por encima del 100% con respecto a la norma, lo cual da un muy buen resultado del prototipo.

6.4.2 Diseño de producto.

Como ya contamos con un diseño previo, para la elaboración del producto de acuerdo a unos aspectos técnicos y operativos observados en la implementación, realizamos por medio del software de diseño y modelado SketchUp, mejoras considerables que contribuyen al buen desempeño, mantenimiento y operación del producto.

6.4.2.1 Dibujos de ingeniería.

Dibujo de diseño. A continuación, podemos visualizar en la figura 89 el dibujo, del producto en modelado 3D.

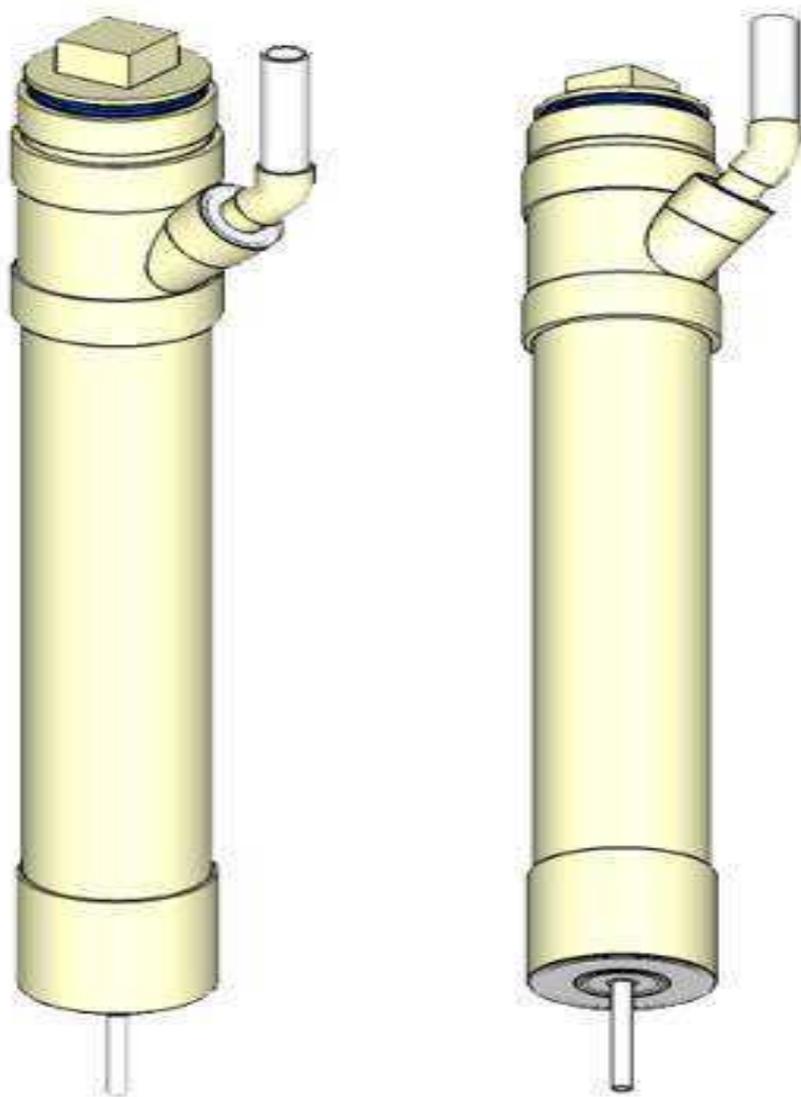


Figura 89. Producto en 3D vistas alternas. (Elaboración propia) elaboración software de diseño y modelado SketchUp.

Dibujo de despiece y ensamble. En esta parte, realizamos la fragmentación parte por parte de nuestro producto para muestras el detalle a detalle de las características de diseño físicas que contribuye a su eficiente desempeño como lo muestra la figura 90.

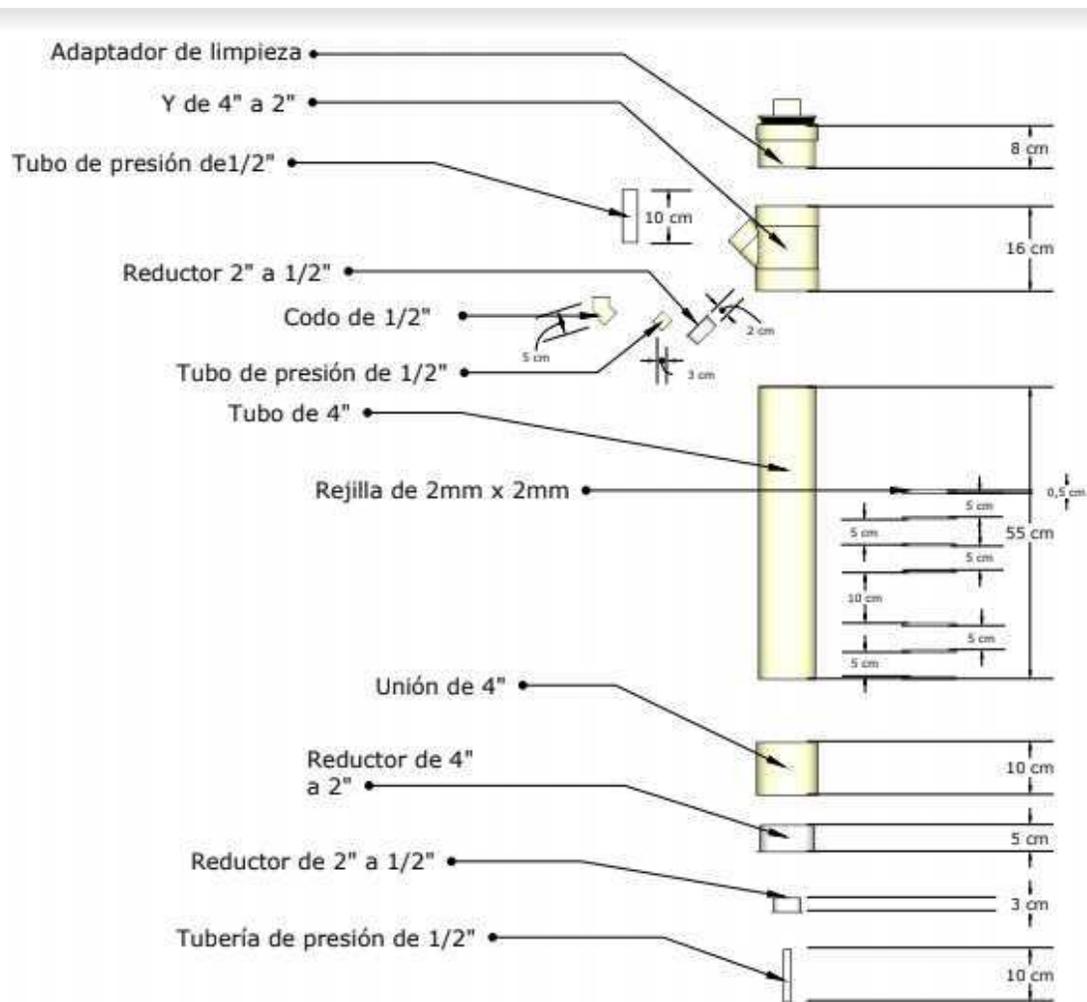


Figura 90. Diseño de ensamble y despiece del producto “filtro de radicales libres”. (Elaboración propia) elaboración software de diseño y modelado SketchUp.

Dibujo de componentes e interacción entre fases y producto. Podemos ver en la figura 91 un corte transversal, del producto mostrando las fases, de purificación dentro de la estructura del producto.



Figura 91. Diseño de relación entre producto y fases de filtrado. (Elaboración propia) elaboración software de diseño y modelado SketchUp.

6.4.2.2 BOM.

De acuerdo al diseño sistematizado del producto elaboramos la explosión de materiales la cual evidencia en la figura 92.

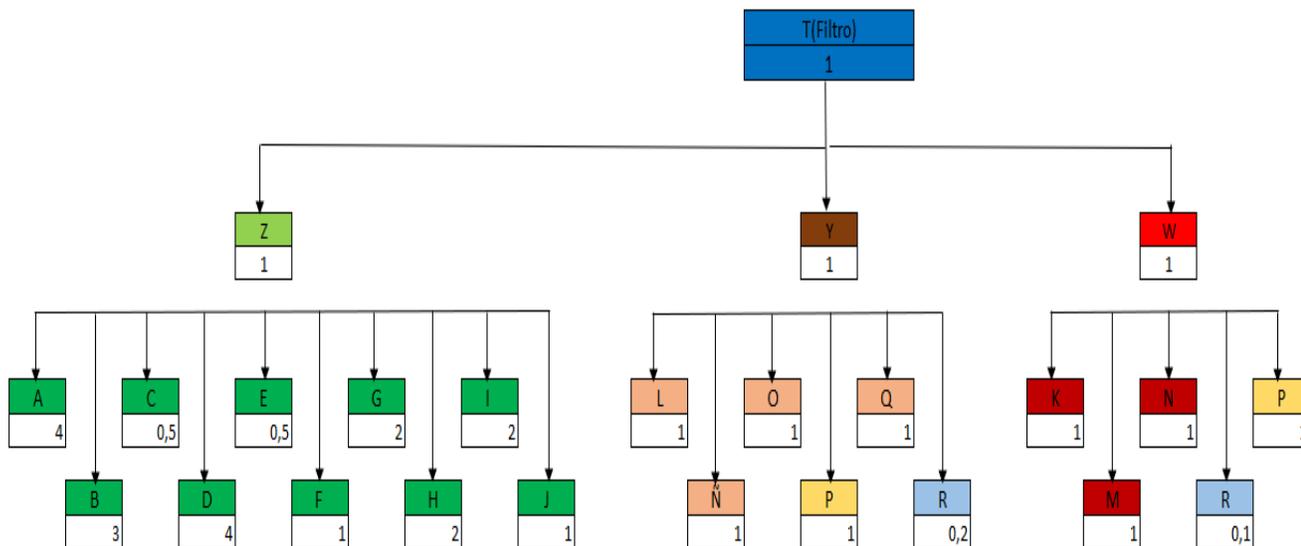


Figura 92. Bill of material, de producto filtro de radicales libres. (Elaboración propia).

Como complemento tenemos la matriz de materiales los cuales son el insumo para la elaboración del BOM, y se encuentran tipificados en la tabla 32.

Tabla 32.

Matriz de materiales.

Filtro purificación radicales libres (T)			
Índice	Materiales	Cantidad	U. medida
A	Arena rio cal 70/70	4	Kg
B	Carbón Activo	3	Kg
C	Grafito	0,5	Kg
D	Pastillas de cloro	4	Unidad*50gr
E	Gravilla Limpia	0,5	Kg
F	Piedra Pómez	1	Unidad*50gr
G	Rejilla 1mm	2	N/A
H	Rejilla 1.5mm	2	N/A
I	Rejilla 2mm	2	N/A
J	Tubo 4X6m Sanitario	1	Metros

L	Reductor de caudal 2" a 1"	1	N/A
Ñ	Y reductor de caudal de 4" a 2"	1	N/A
O	Codo de 45° de 1"	1	N/A
P	Unión universal de 1"	2	N/A
Q	Adaptador de limpieza 4" con tapa de rosca	1	N/A
R	Tubo de presión de 1"	0,3	Metros
K	Reductor de caudal 4" a 2"	1	N/A
M	Reductor de caudal 2" a 1/2"	1	N/A
N	Unión de 4"	1	N/A

Nota: Tabla de materiales requeridos para la elaboración del producto. (Elaboración propia).

Tabla 33.

Matriz de descripción de materiales.

Materiales	Descripción de materiales	Imagen
Arena de rio	La arena o árido fino es el material que resulta de la desintegración natural de las rocoso se obtiene de la trituración delas mismas, y cuyo tamaño es inferior a los 5mm.	
Carbón activado	La noción de carbón activado hace referencia a un conjunto de carbones que se caracterizan por su capacidad de adsorción gracias a sus pequeños poros. En estos poros, el carbón activado (también llamado carbón activo) atrapa distintas clases de compuestos, muchas veces orgánicos.	
Gravilla limpia	Se denomina grava a las rocas sedimentarias detríticas producto de la división natural o artificial de otras rocas y minerales. Los fragmentos de la grava miden entre 2 y 64 milímetros de diámetro y su composición química es variada. Está constituida principalmente por rocas ricas en cuarzo y	

	<p>cuarcita. También por clastos de caliza, basalto, granito y dolomita.</p>	
Grafeno	<p>El grafeno es una sustancia compuesta por carbono puro, con átomos organizados en un patrón regular hexagonal, similar al grafito. Es un material casi transparente. Una lámina de un átomo de espesor es unas 200 veces más resistente que el acero actual más fuerte, siendo su densidad más o menos la misma que la de la fibra de carbono, y unas cinco veces más ligero que el aluminio. Siendo su densidad de 2.267 g/cm³</p>	
Arena de rio clorada	<p>La arena o árido fino es el material que resulta de la desintegración natural de las rocoso se obtiene de la trituración delas mismas, y cuyo tamaño es inferior a los 5mm. Para que sea clorada tenemos que agregarle por cada 15gr de arena agregamos 0,8gm de cloro.</p>	
Tubos PVC	<p>La denominación por la cual se conoce el policloro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloro etileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono.</p>	

<p>Rejilla</p>	<p>Este material es un termoplástico que, a temperaturas relativamente altas, se vuelve deformable o flexible, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado de transición vítrea cuando se enfría lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de fuerzas de Van der Waals débiles (polietileno); fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno, o incluso anillos aromáticos apilados (polietileno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables o termo fijos en que después de calentarse y moldearse pueden recalentarse y formar otros objetos.</p>	
<p>Pastillas de cloro</p>	<p>Estos materiales incorporan alguicidas y decantador (floculante). Contiene un 90% de cloro activo en forma de ácido tricloroisocianúrico, ácido bórico o sulfato de cobre como alguicida y sulfato de alúmina como decantador. Esta mezcla de aditivos le permite ejercer una triple acción, impidiendo el desarrollo de microorganismos patógenos, crecimiento de algas y floculación de partículas en suspensión. Es de disolución lenta, por lo que la liberación de los componentes se hace de forma gradual.</p>	

<p>Piedra pómez</p>	<p>Es una roca ígnea volcánica vítrea, con baja densidad (flota en el agua) y muy porosa, de color blanco o gris, encontrada principalmente en la zona de Pozzuoli en la península itálica. Cuando se refiere a la piedra pómez en lo que respecta a sus posibles aplicaciones industriales, también puede ser conocida como puzolana</p>	
---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Nota: Tabla de descripción de materiales. (Elaboración propia).

6.4.2.3 Diagrama flujo de procesos.

Teniendo en cuenta las etapas anteriores diseñamos el diagrama de flujo de procesos de nuestro producto, teniendo en cuenta las mejoras realizadas en los diseños de ingeniería, el cual podemos visualizar en la figura 93.

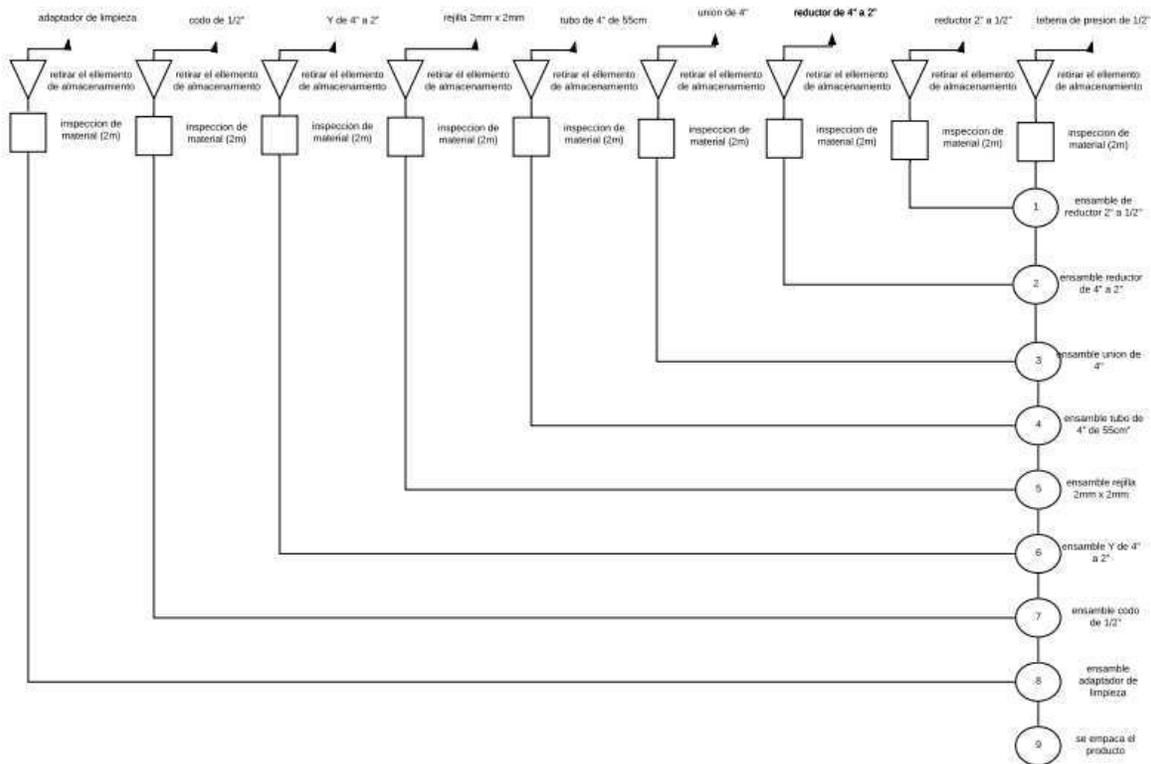


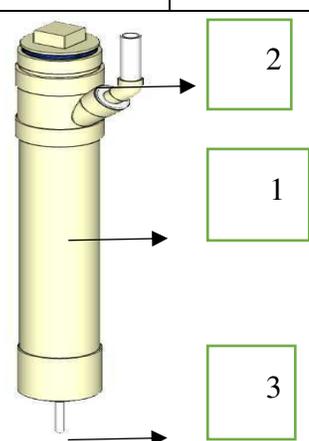
Figura 93. Diagrama de flujo de procesos propuesta de mejora “Filtro de radicales libres”. (Elaboración propia).

6.4.2.4 Ficha técnica del producto.

Tabla 34.

Ficha técnica filtro radicales libres.

 UNIVERSITARIA AGUSTINIANA UNIAGUSTINIANA <i>Es crear en ti</i>	Ficha técnica de filtro de radicales libre			Programa Ingeniería industrial
				Programa ficha técnica
Preparado por: Andrés Felipe Cordero Romero y Cristian Camilo Rubiano Arévalo	Ajustada por: David delgadillo	Aprobada por: facultad Ing. industrial	Fecha: 12/04/2019	Versión 2019

Descripción Física	Tubo de PVC (Policloro de vinilo)		
Modelo	2019	FECHA DE COMPRA	
Marca	AFCRA		
Serial	No registra		
Cuentadante			
Ubicación	Universitaria Agustiniiana		
Cód. Inventario	001		
Especificaciones Técnicas Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro: de 4" • Altura: 78 cm • Material: Policloro de vinilo • Volumen: 4864.4 cm³ Elementos adicionales <ul style="list-style-type: none"> • Carbón activo • Grafeno • Grava limpia • Arena de rio 			
Partes <ol style="list-style-type: none"> 1. Filtro de radicales libres 2. Tubo de ½" 			

3. Tubo de 1”
<p>Instrucciones de uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que este bien agarrado • Verificar que las uniones estén bien
<p>Características de uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retira cualquier tipo de material orgánico que provenga de la etapa anterior.
<p>Función</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es para purificar el agua y retirar cualquier tipo de componente para hacerla apta para el consumo.
<ul style="list-style-type: none"> • Filtración de sedimentos suspendidos en el agua potable. • Plantas purificadoras de agua • Llenadoras de garrafones • Filtración doméstica • Sistema de captación de lluvia con alto flujo

Nota: Tabla de materiales requeridos para la elaboración del producto. (Elaboración propia).

6.4.2.5 Hoja de vida producto.

En la figura 94 podemos observar la hoja de vida del mantenimiento del producto teniendo en cuenta los lineamientos técnicos según las NTC.

 UNIVERSITARIA AGUSTINIANA UNIAGUSTINIANA Escuela de Ingeniería		Hoja de vida Filtro de radicales libres.				Código: 000001	
						Versión: 01	
						Vigente desde: 2019	
Fecha de inicio de diligenciamiento		16 de Abril de 2019					
1. DATOS							
Tipo de equipo	Filtro de purificación	<input checked="" type="checkbox"/>	Control de acceso	<input type="checkbox"/>	Ascensor	<input type="checkbox"/>	Electrobomba
Marca	AFCRA	Proveedor	N/A				Filtro radicales libres AFCRA
Otros datos relevantes							
Tipo Instalación	Tanques	<input type="checkbox"/>	Hidráulica	<input type="checkbox"/>	Sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Telefónica
Vida útil	Años	0	5	Mantenimiento cada:	6 meses		Otro (indicar)
2. MANTENIMIENTOS							
Mantenimiento Correctivo							
Fecha Realización	Contrato No.	Lugar				Contratista	
5/1/2020	1	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
11/1/2020	2	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
5/1/2021	3	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
11/1/2021	4	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
5/1/2022	5	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
11/1/2022	6	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
5/1/2023	7	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
11/1/2023	8	Barranca de Upiá meta, V Las Moras				Ing. Cristian Rubiano, Andres Cordero	
Mantenimiento Correctivo							
3. UBICACIÓN Y RESPONSABLES							
Persona responsable		Ubicación			Fecha		
Ing. Cristian Rubiano		Bogotá			20 / 04 / 2019		
Ing. Andres Cordero		Bogotá			20 / 04 / 2019		

Figura 94. Hoja de vida del “Filtro de radicales libres”. (Elaboración propia).

6.4.3 Transferencia tecnológica.

En primera instancia se realizó una reunión con el alcalde de Barranca de Upia Fredy Castro para contarle el motivo de nuestra investigación los cuales son:

- Informar y hacer conocer el estado actual del agua en el municipio.
- Fomentar la participación de la comunidad y crear valor en el conocimiento del cuidado y la protección del agua como lo muestra la figura 95.

Depuse de esto nos reunimos con la empresa encargada del acueducto llamada Aquaupia donde hablamos con el gerente José Bayardo Gómez Jerónimo para comentarle el motivo de nuestra investigación donde ellos nos ayudaron con el levantamiento de la información como lo muestra la figura 96.

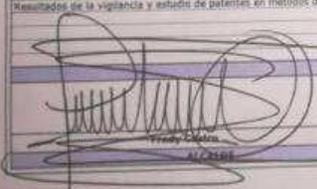
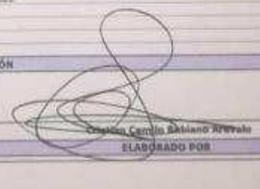
UNTAGUSTINIANA		Página: 1 de 1	
Acta de Reunión			
1. DATOS GENERALES			
Tema: Socialización Investigación de Aguas subterráneas	Ciudad: Barranca de Upia Meta	Fecha: 24/03/2019	
	Lugar:	Horario: 07:00 p.m.	
2. ASISTENTES			
Nombre	Área	Nombre	Área
Ortiz Camilo Rubiano	Estudiante		
Fredy Castro	Alcalde		
4. OBJETIVOS			
<p>Hacer conocer el estado actual, de las aguas subterráneas en el municipio, para entender cómo el consumo aparente, no está relacionado con la oferta, actual del municipio con respecto a la oferta del recurso hídrico, que en la actualidad la planta de tratamiento con afluente del caño "los pavitos" otorga, con el fin de re relacionar el consumo e incentivar formas de aprovechamiento de las aguas subterráneas en la región.</p> <p>Fomentar la participación de la comunidad, por medio de el desarrollo de la transferencia tecnológica, con la realización de foros virtuales, charlas (escuelas, colegios), con el fin de crear valor en el conocimiento del cuidado y protección del agua como uno de los objetivos del desarrollo sostenible planteados por ONU.</p>			
5. DESARROLLO Y TEMAS TRATADOS DURANTE LA REUNIÓN			
<p>Metasocialización de proyecto de agua en el municipio. Elaboración de un estudio de vigilancia tecnológica para la determinación de un sistema de purificación de aguas subterráneas en el municipio de barranca de Upia en el departamento del Meta, Estado del agua, niveles de abastecimiento, población vulnerable, formas de tratamiento de agua, relacionamiento con los involucrados (instituciones educativas), manejo y tratado adecuado del recurso vital.</p>			
6. COMPROMISOS			
Descripción	Responsable	Fecha	
Suministro de la información necesaria para el desarrollo de la investigación	Municipio (ASCA) / Municipio (ASCA)	N/A	
Levantamiento de encuesta calidad y tipología de agua.		N/A	
7. DATOS PRÓXIMA CONVOCATORIA			
Tema:	Área:	Fecha:	
	Lugar:	Horario:	
8. TEMAS A TRATAR PRÓXIMA REUNIÓN			
Resultados de la vigilancia y estudio de patentes en métodos de purificación y tratamiento de aguas.			
9. VALIDACIÓN			
 Fredy Castro ALCALDE		 Camilo Rubiano ELABORADO POR	

Figura 95. Acta de reunión con el alcalde Barranca de Upia. (Elaboración propia).

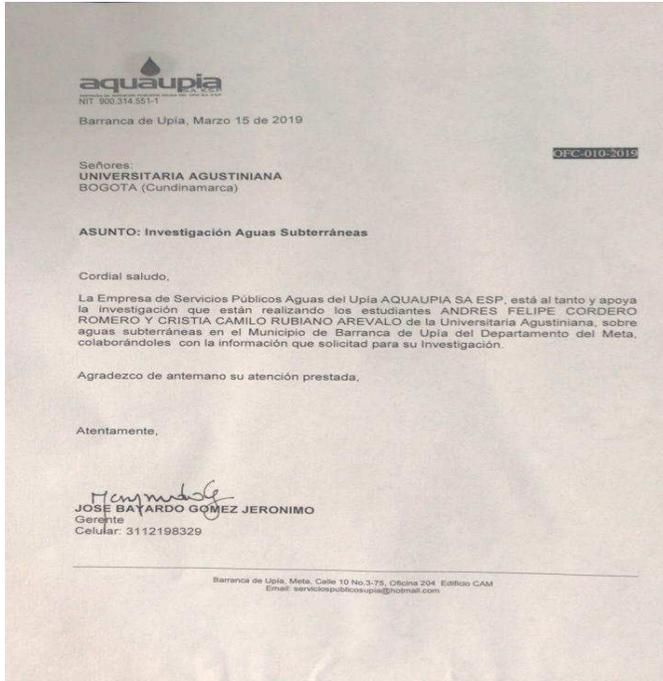


Figura 96. Acta de reunión gerente de Aquaupia. (Elaboración propia).

En segunda instancia se realizaron charlas de concientización, donde se les hablo a los habitantes de la vereda Las moras de la problemática vigente con respecto al agua, la cual se hizo hogar por hogar, acerca de las diferentes tecnologías y sistemas para la purificación de aguas como lo podemos ver en la figura 97 donde certificamos el recibido de dicha información por parte de los habitantes.

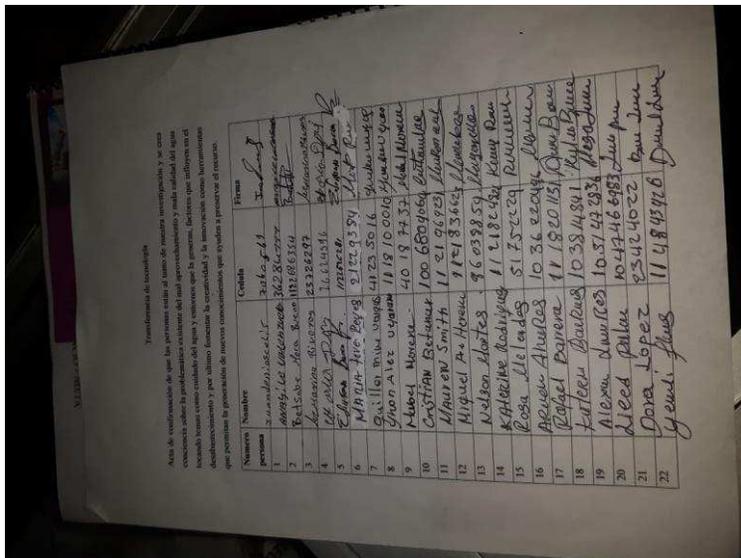


Figura 97. Acta de charla de contenido “Agua para vivir” (Elaboración propia).

En tercera instancia tenemos la creación de la página “Agua para vivir” (<https://danidi157.wixsite.com/aquaupia-1>), en la cual se generaron foros virtuales con el fin de crear conciencia del cuidado que tenemos que darle al recurso y el buen manejo de los diferentes sistemas, tecnologías creadas para la purificación y mejora de nuestro recurso como uno de los objetivos planteados por la ONU en el desarrollo sostenible. Para tener mayor cobertura también diseñamos una página de difusión masiva en Facebook para captar atención de las personas con acceso a las redes sociales en el municipio, como lo podemos ver en las figuras 98 - 100.

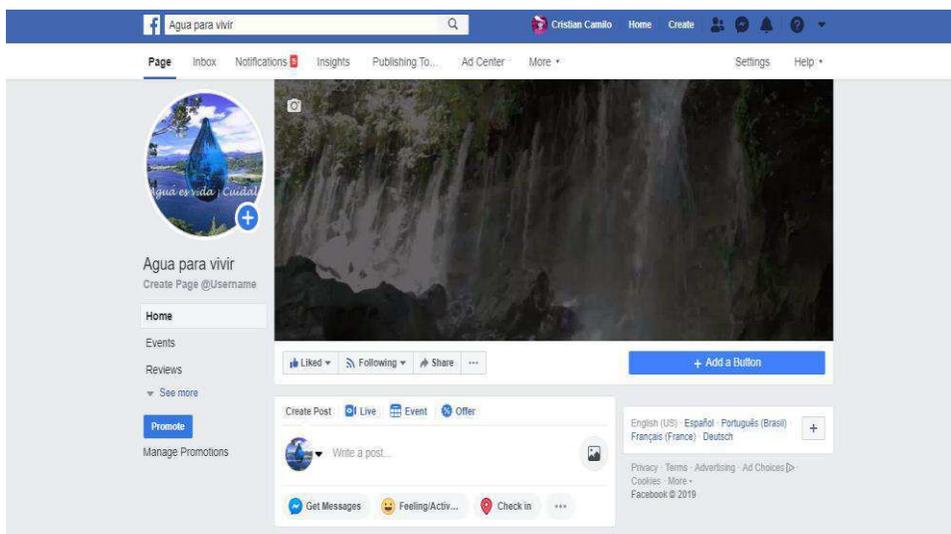


Figura 98. Página de Facebook “Agua para vivir” (Elaboración propia).



Figura 99. Página de Facebook “Agua para vivir” (Elaboración propia).



Figura 100. Página web “Agua para vivir” (Elaboración propia).

6.4.4 Propuesta de ingeniería.

Luego de este arduo estudio y teniendo en cuenta temas, como estado económico de la región, la disponibilidad de los recursos tecnológicos y la latente problemática porque el agua no cumple con los niveles mínimos establecidos por la RES 2115 de 2007 para el consumo humano, llegamos a la conclusión de dar como propuesta de ingeniería, un sistema para la purificación y recolección de aguas subterráneas en los hogares de la vereda Las Moras en el municipio de Barranca de Upia en el departamento del meta. La cual consiste en que la tecnología desarrollada la cual es el “Filtro de radicales libres” que potabiliza el agua, este conectada a un sistema de abastecimiento con el fin de que las familias, no carezcan del recurso por imprevistos, racionamiento, o desabastecimientos el cual formulamos en el siguiente plano mostrado en la figura 101.

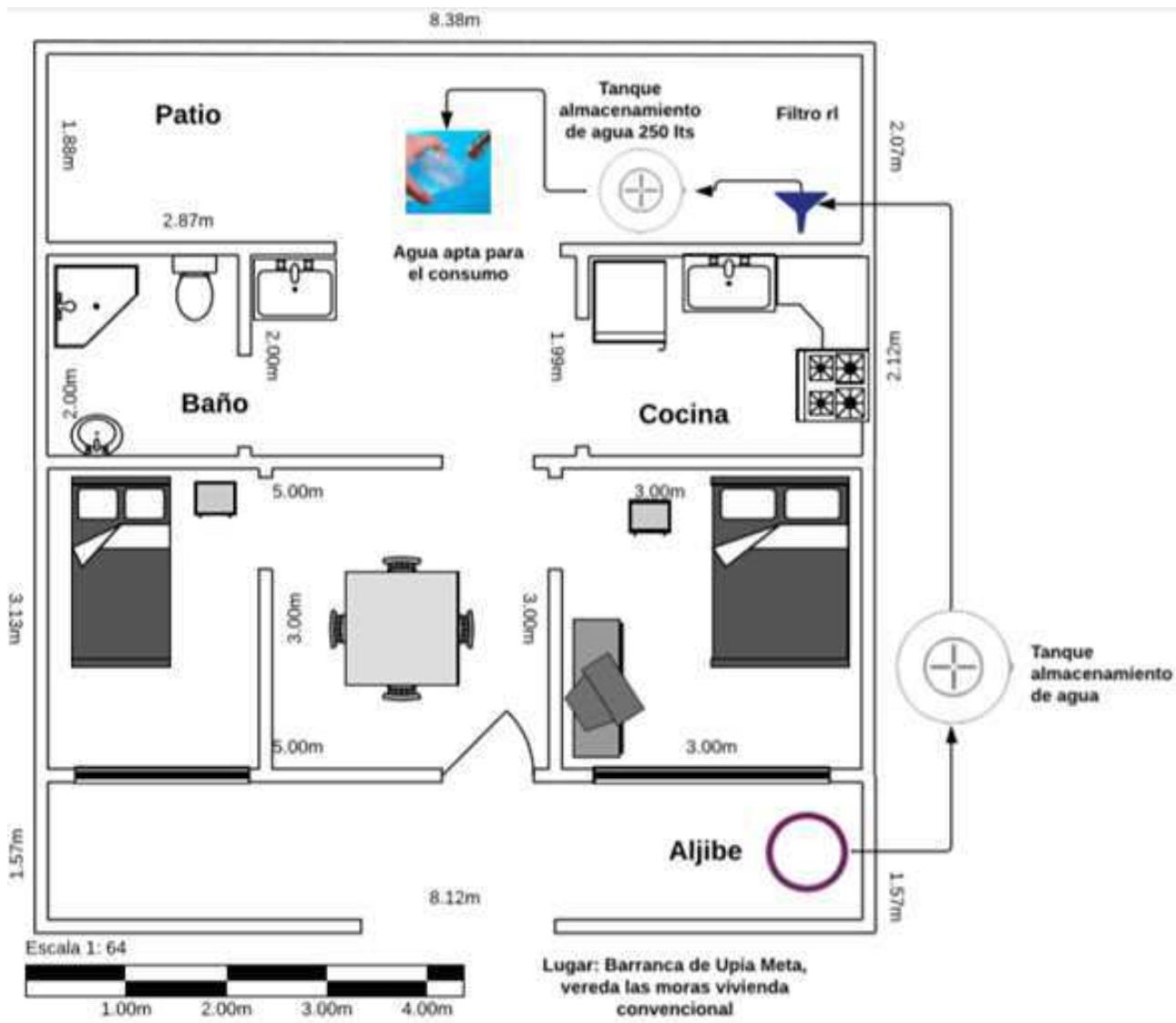


Figura 101. Sistema de purificación y abastecimiento de agua. (Elaboración propia). elaboración software de diseño y modelado SketchUp.

Este sistema cuenta con todas las características que dan solución a la problemática planteada lo cual va a lograr mejorar la calidad de vida de las familias de la vereda Las Moras notablemente, adicional a nuestro producto se le agrega una repisa de 1 metro de alto, elaborada en concreto, que sostiene un tanque de 250Lts de capacidad el cual tiene la labor de almacenar el recurso que ha sido procesado por el “Filtro de radicales libres” con el fin de suministrar el recurso potable, para las actividades de consumo diario de las familias sin ninguna restricción.

7 Estudio financiero

7.1 Costo unitario

En este capítulo para culminar vamos a realizar un estudio financiero para determinar la dimensión e importancia de este proyecto hablando desde los costos, presupuesto, inversión, proyección y beneficios.

7.1.1 Costo unitario del filtro.

En la elaboración de nuestro proyecto en la fase de diseño de producto elaboramos un BOM, para determinar el requerimiento de materiales para la elaboración del “Filtro de radicales libres” en donde tenemos el costo para una unidad de filtro adicionando el costo de mano de obra donde tendríamos dimensionado el costo de fabricación y adicionalmente cargamos a este el costo del proceso de activación del óxido de grafeno (GO). El resultado total lo podemos visualizar en la tabla

Tabla 35.

Tabla de costos de fabricación de filtro.

Filtro purificación Radicales Libres (T)					
Indice	Materiales	Cantidad/ u	U. medida	C. unitario	C. total
A	Arena rio cal 70/70	4	Kg	\$ 5,560	\$ 22,240
B	Carbon Activo	3	Kg	\$ 12,000	\$ 36,000
C	Grafito	0.5	Kg	\$ 36,000	\$ 18,000
D	Pastillas de cloro	4	Unidad*50g r	\$ 200	\$ 800
E	Grabilla Limpia	0.5	Kg	\$ 800	\$ 400
F	Piedra Pomes	1	Unidad*50g r	\$ 1,600	\$ 1,600
G	Regilla 1mm	2	N/A	\$ 8,400	\$ 16,800
H	Regilla 1.5mm	2	N/A	\$ 8,400	\$ 16,800
I	Regilla 2mm	2	N/A	\$ 8,400	\$ 16,800
J	Tubo Sanitario 4X6m	1	Metros	\$ 15,900	\$ 15,900

L	Reductor de caudal 2" a 1"	1	N/A	\$ 5,700	\$ 5,700
Ñ	Y reductor de caudal de 4" a 2"	1	N/A	\$ 16,900	\$ 16,900
O	Codo de 45° de 1"	1	N/A	\$ 2,250	\$ 2,250
P	Union universal de 1"	2	N/A	\$ 7,400	\$ 14,800
Q	Adaptador de limpieza 4" con tapa de rosca	1	N/A	\$ 16,900	\$ 16,900
R	Tubo de presión de 1"	0.3	Metros	\$ 3,200	\$ 960
K	Reductor de caudal 4" a 2"	1	N/A	\$ 7,800	\$ 7,800
M	Reductor de caudal 2" a 1/2"	1	N/A	\$ 1,300	\$ 1,300
N	Union de 4"	1	N/A	\$ 3,050	\$ 3,050
M.o/ U	Mano de obra elaboración	1	Filtro	\$ 20,000	\$ 20,000
P.act	Pr.activacion de grafeno	1	Filtro	\$ 20,000	\$ 20,000
Costo total del filtro					\$ 255,000

Nota: Matriz de costo de una unidad de filtro de radicales libres. (Elaboración propia).

7.1.2 Costo unitario de la repisa para tanque.

De acuerdo con la tabla 35 ya contamos con los costos para fabricar una unidad de filtro, ahora es importante conocer, cual es el costo de montaje del sistema para la recolección y purificación de agua potable plateado en la propuesta de ingeniería. En donde la tabla 36 y 37 nos indican los costos adicionales para la instalación del sistema.

Tabla 36.

Matriz de costos de repisa para tanque.

Materiales	Cantidad/u	U. medida	C. unitario	C. total
Bloque	\$ 40	Unidad	\$ 1,000	\$ 40,000
Cemento	\$ 3	Bulto	\$ 27,000	\$ 81,000
Aren (dos carretillas)	\$ 2	N/A	\$ 7,000	\$ 14,000
M. obra e instalación	\$ 6	Horas	\$ 150,000	\$ 150,000
Costo total del repisa para tanque de 250 lts de capacidad				\$ 285,000

Nota: Matriz de costo de una repisa para tanque. (Elaboración propia).

7.1.3 Costo unitario de tanque Colempaques.

En la tabla anterior podemos ver el costo de la repisa la cual se utiliza para ubicar un tanque de marca Colempaques con las características técnicas para almacenar 250 Lts de agua potable y conservar sus características, los costos de dicho tanque los podemos ver en la siguiente tabla.

Tabla 37.

Matriz de costos de tanque para almacenamiento de agua potable.

Materiales	Cantidad/u	U. medida	C. unitario	C. total
Tanque 250 Lts Colempaques almacenamiento aguas potable	1	N/A	\$ 135,000	\$ 135,000

Nota: Matriz de costo tanque. (Elaboración propia).

Teniendo en cuenta el anterior costeo y para mayor especificación en la tabla 38 se puede ver el costo total de sistemas implementado en un hogar para que se mitigue el problema del agua no apta para el consumo.

7.1.4 Costo unitario del sistema de purificación y almacenamiento de aguas.

Tabla 38.

Costo total del sistema de purificación.

Materiales	Cantidad/u	U. medida	C. total
Sistemas de purificación aguas RL	1	Sistemas	\$ 675,000

Nota: Costo del sistema para purificación y almacenamiento de agua potable por medio del proceso de filtración por radicales libres. (Elaboración propia).

7.2 Costo del proyecto

En este momento ya contamos con el costo \$675000 pesos colombianos(COP), por cada sistema implementado. Ahora lo más importante es recordar el número de familias en la población seleccionada el cual es de 80, ya que vamos a realizar un análisis financiero, con una proyección a 5 años para estructurar los costos de funcionamiento, en este caso el mantenimiento y además debemos saber cuánto le costaría al municipio de Barranca de Upia Meta la implementación con el 100% de cobertura en el barrio Las Moras.

7.2.1 Costo filtros.

Los costos de elaboración de los 80 filtros se ven reflejados en la tabla 39.

Tabla 39.

Tabla de costos de fabricación de 80 filtros.

Filtro purificación Radicales Libres (T)				
Materiales	Cantidad/ u	U. medida	C. unitario	C. total
Arena rio cal 70/70	4	Kg	\$ 5,560	\$ 22,240
Carbon Activo	3	Kg	\$ 12,000	\$ 36,000
Grafito	40	Kg	\$ 36,000	\$ 1,440,000
Pastillas de cloro	320	Unidad*50 gr	\$ 200	\$ 64,000
Grabilla Limpia	40	Kg	\$ 800	\$ 32,000
Piedra Pomes	80	Unidad*50 gr	\$ 1,600	\$ 128,000
Regilla 1mm	160	N/A	\$ 8,400	\$ 1,344,000
Regilla 1.5mm	160	N/A	\$ 8,400	\$ 1,344,000
Regilla 2mm	160	N/A	\$ 8,400	\$ 1,344,000
Tubo 4X6m Sanitario	80	Metros	\$ 15,900	\$ 1,272,000
Reductor de caudal 2" a 1"	80	N/A	\$ 5,700	\$ 456,000
Y reductor de caudal de 4" a 2"	80	N/A	\$ 16,900	\$ 1,352,000
Codo de 45° de 1"	80	N/A	\$ 2,250	\$ 180,000
Union universal de 1"	160	N/A	\$ 7,400	\$ 1,184,000
Adaptador de limpieza 4" con tapa de rosca	80	N/A	\$ 16,900	\$ 1,352,000
Tubo de presión de 1"	24	Metros	\$ 3,200	\$ 76,800

Reductor de caudal 4" a 2"	80	N/A	\$ 7,800	\$ 624,000
Reductor de caudal 2" a 1/2"	80	N/A	\$ 1,300	\$ 104,000
Union de 4"	80	N/A	\$ 3,050	\$ 244,000
Mano de obra elaboración	80	Filtro	\$ 20,000	\$ 1,600,000
Pr.activacion de grafeno	80	Filtro	\$ 20,000	\$ 1,600,000
			Total	\$ 15,799,040

Nota: Matriz de costo de una unidad de filtro de radicales libres. (Elaboración propia).

7.2.2 Costo de repisa para tanque proyecto.

En la siguiente tabla podemos evidenciar el costo relacionado con la repisa.

Tabla 40.

Matriz de costos de repisa para tanque.

Materiales	Cantidad/u	U. medida	C. unitario	Unidad
Bloque	3200	Unidad	\$ 1,000	\$ 3,200,000
Cemento	240	Bulto	\$ 27,000	\$ 6,480,000
Arena (dos carretillas)	160	N/A	\$ 7,000	\$ 1,120,000
M. obra e instalación	480	Horas	\$ 150,000	\$ 12,000,000
				\$ 22,800,000

Nota: Matriz de costo de una repisa para tanque. (Elaboración propia).

7.2.3 Costos de tanque para proyecto.

En la siguiente tabla podemos evidenciar el costo relacionado el tanque.

Tabla 41.

Matriz de costos de tanque para almacenamiento de agua potable.

Materiales	Cantidad/u	U. medida	C. unitario	C. total
Tanque 250 Lts Colempaques almacenamiento aguas potable	80	N/A	135000	\$ 10,800,000.00

Nota: Matriz de costo tanque. (Elaboración propia).

7.2.4 Costo total del proyecto.

En esta parte es importante aclarar que estos costos corresponden solamente a la implementación del sistema, lo cual es costo del filtro más costo de repisa y tanque lo cual se puede ver en la tabla 42.

Tabla 42.

Costo total del sistema de purificación.

Materiales	Cantidad/u	U. medida	C.total
Sistemas de purificación aguas RL	80	Sistemas	\$ 49,399,040

Nota: Costo del sistema para purificación y almacenamiento de agua potable por medio del proceso de filtración por radicales libres para 80 familias. (Elaboración propia).

7.2.5 Mantenimiento.

Para poder ver los resultados es importante garantizar la efectividad del proyecto por esto vamos a realizar una proyección de 5 años para garantizar que este proyecto se sostenga este tiempo teniendo en cuenta que la vida útil de la tecnología para purificar es de 5 años, en la tabla 49 podemos ver la proyección del IPC para los próximos años.

Tabla 43.

Proyección IPC.

Año	variación IPC	Proyección	Error	Error absoluto
2015	4.43%			
2016	8.10%			
2017	4.45%			
2018	3.24%	5.66%	-2.42%	2.42%
2019	5.26%	5.26%	0.00%	0.00%
2020	4.32%	4.32%	0.00%	0.00%
2021	4.27%	4.27%	0.00%	0.00%
2022	4.62%	4.62%	0.00%	0.00%
2023	4.40%	4.40%	0.00%	0.00%

Nota: Proyección de IPC para los próximos 5 años. (Elaboración propia).

Ya teniendo en cuenta la proyección realizamos el cálculo del mantenimiento para cada año como lo podemos ver en la tabla 43.

Tabla 44.

Ficha de mantenimiento del sistema para 5 años.

Fecha de mantenimiento	válido hasta	Incremento % IPC	Valor de mantenimiento
5/1/2020	11/1/2020	4.32%	\$ 4,717,450.03
11/1/2020	5/1/2021	4.32%	\$ 4,717,450.03
5/1/2021	11/1/2021	4.27%	\$ 4,919,042.39
11/1/2021	5/1/2022	4.27%	\$ 2,417,229.68
5/1/2022	11/1/2022	4.62%	\$ 2,528,825.12
11/1/2022	5/1/2023	4.62%	\$ 2,528,825.12
5/1/2023	11/1/2023	4.40%	\$ 2,640,177.72
11/1/2023	5/1/2024	4.40%	\$ 2,640,177.72
Costo total de mantenimiento			\$ 27,109,177.81

Nota: Costos de mantenimiento para los próximos 5 años. (Elaboración propia).

El costo del proyecto para que el municipio tendría un valor de \$ 76,508,218 COP para implementarlo y sostenerlo por 5 años.

7.3 Estados financieros

Para poder determinar los estados financieros tenemos las siguientes proyecciones.

Tabla 45.

Tabla de proyecciones.

Proyecto Filtro	Un.	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Variables Macroeconómicas							
Inflación	%		5.26%	4.32%	4.27%	4.62%	4.40%
Devaluación	%		4.54%	3.85%	3.19%	4.62%	4.40%
PAGG	%		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
IPP	%						
Crecimiento PIB	%		2.05%	2.03%	2.24%	2.11%	2.13%
DTF T.A.	%		5.83%	5.53%	5.36%	5.57%	5.49%
Ventas, Costos y Gastos							
Precio Por Producto							

Precio Producto A	\$ / unid.		\$ 255,000	\$ 265,296	\$ 275,489	\$ 286,501	\$ 297,005
Unidades Vendidas por Producto							
Unidades Producto A	unid.		84	88	91	95	98
Total Ventas							
Precio Promedio	\$		255,000.0	265,296.4	275,489.5	286,501.5	297,004.6
Ventas	unid.		84	88	91	95	98
Ventas	\$		21,473,720	23,256,945	25,092,316	27,153,463	29,195,157
Costos Unitarios Materia Prima							
Costo Materia Prima Producto A	\$ / unid.		216,842	226,203	235,869	246,759	257,624
Costos Unitarios Mano de Obra							
Costo Mano de Obra Producto A	\$ / unid.		21,053	21,227	21,400	21,586	21,764
Costos Variables Unitarios							

Materia Prima (Costo Promedio)	\$ / unid.		216,842.5	226,202.8	235,869.2	246,758.5	257,624.1
Mano de Obra (Costo Promedio)	\$ / unid.		21,053	21,227	21,400	21,586	21,764
Materia Prima y M.O.	\$ / unid.		237,895	247,430	257,269	268,345	279,389
Otros Costos de Fabricación							
Otros Costos de Fabricación	\$		31,579.0	32,942.2	34,349.9	35,935.7	37,518.1
Costos Producción Inventariables							
Materia Prima	\$		18,260,448.7	19,829,845.2	21,483,598.8	23,386,786.5	25,324,108.6
Mano de Obra	\$		1,772,859.1	1,860,856.6	1,949,157.6	2,045,880.2	2,139,417.7
Materia Prima y M.O.	\$		20,033,307.8	21,690,701.7	23,432,756.5	25,432,666.7	27,463,526.3
Depreciación	\$		1,534,554.7	1,534,554.7	1,534,554.7	202,021.4	202,021.4

Agotamiento	\$		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	\$		21,567,862.5	23,225,256.4	24,967,311.2	25,634,688.1	27,665,547.7
Margen Bruto	\$		0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Gastos Operacionales							
Gastos de Ventas	\$		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gastos Administración	\$		3,157,900.0	3,294,216.0	3,434,988.8	3,593,570.8	3,751,807.7
Total Gastos	\$		3,157,900.0	3,294,216.0	3,434,988.8	3,593,570.8	3,751,807.7

Nota: Proyecciones a 5 años. (Elaboración propia).

Tabla 46.

Balance general.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
BALANCE GENERAL							
Activo							
Efectivo	-50,534,747	-6,756,774	-8,517,689	-10,327,468	-12,236,179	-14,293,874	
Cuentas X Cobrar	45,527,040	0	0	0	0	0	
Provisión Cuentas por Cobrar		0	0	0	0	0	
Inventarios Materias Primas e Insumos	0	0	0	0	0	0	

Patrimonio							
Capital Social	0	0	0	0	0	0	
Reserva Legal Acumulada	0	0	0	0	0	0	
Utilidades Retenidas	0	0	-3,283,621	-6,579,091	-9,923,426	-12,034,157	
Utilidades del Ejercicio	0	-3,283,621	-3,295,470	-3,344,334	-2,110,732	-2,259,717	
Revalorizacion patrimonio	0	0	0	0	0	0	
PATRIMONIO	0	-3,283,621	-6,579,091	-9,923,426	-12,034,157	-14,293,874	
PASIVO + PATRIMONIO	0	-3,283,621	-6,579,091	-9,923,426	-12,034,157	-14,293,874	

Nota: Balance general. (Elaboración propia).

Como el proyecto es de tipo social no tiene rentabilidad como se puede ver en la tabla 46 pero más adelante vamos a ver el beneficio social que se obtiene con esta inversión, ahora en la tabla 47 vemos el comportamiento de los estados de resultados.

Tabla 47.

Estado de pérdidas y ganancias.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ESTADO DE RESULTADOS					
Ventas	21,473,720	23,256,945	25,092,316	27,153,463	29,195,157
Devoluciones y rebajas en ventas	0	0	0	0	0
Materia Prima, Mano de Obra	20,033,308	21,690,702	23,432,756	25,432,667	27,463,526
Depreciación	1,534,555	1,534,555	1,534,555	202,021	202,021
Agotamiento	0	0	0	0	0
Otros Costos	31,579	32,942	34,350	35,936	37,518
Utilidad Bruta	-125,721	-1,254	90,654	1,482,839	1,492,091
Gasto de Ventas	0	0	0	0	0
Gastos de Administración	3,157,900	3,294,216	3,434,989	3,593,571	3,751,808
Provisiones	0	0	0	0	0

Amortización Gastos	0	0	0	0	0
Utilidad Operativa	-3,283,621	-3,295,470	-3,344,334	-2,110,732	-2,259,717
Otros ingresos					
Intereses	0	0	0	0	0
Otros ingresos y egresos	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos	-3,283,621	-3,295,470	-3,344,334	-2,110,732	-2,259,717
Impuestos (35%)	0	0	0	0	0
Utilidad Neta Final	-3,283,621	-3,295,470	-3,344,334	-2,110,732	-2,259,717

Nota: Estado P&G de los próximos 5 años. (Elaboración propia).

Tabla 48.

Flujo de caja.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO DE CAJA						
Flujo de Caja Operativo						
Utilidad Operacional		-4,670,848	-4,739,584	-4,844,765	-3,672,004	-3,879,019
Depreciaciones		1,534,555	1,534,555	1,534,555	202,021	202,021
Amortización Gastos		0	0	0	0	0
Agotamiento		0	0	0	0	0
Provisiones		0	0	0	0	0
Impuestos		0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Operativo		-3,136,293	-3,205,029	-3,310,211	-3,469,983	-3,676,998
Flujo de Caja Inversión						
Variación Cuentas por Cobrar		45,527,040	0	0	0	0
Variación Inv. Materias Primas e insumos ³		0	0	0	0	0
Variación Inv. Prod. En Proceso		0	0	0	0	0
Variación Inv. Prod. Terminados		0	0	0	0	0
Var. Anticipos y Otros Cuentas por Cobrar		0	0	0	0	0
Otros Activos		0	0	0	0	0

Variación Cuentas por Pagar		0	0	0	0	0
Variación Acreedores Varios		0	0	0	0	0
Variación Otros Pasivos		0	0	0	0	0
Variación del Capital de Trabajo	0	45,527,040	0	0	0	0
Inversión en Terrenos	0	0	0	0	0	0
Inversión en Construcciones	0	0	0	0	0	0
Inversión en Maquinaria y Equipo	0	0	0	0	0	0
Inversión en Muebles	-1,010,107	0	0	0	0	0
Inversión en Equipo de Transporte	0	0	0	0	0	0
Inversión en Equipos de Oficina	-3,997,600	0	0	0	0	0
Inversión en Semovientes	0	0	0	0	0	0
Inversión Cultivos Permanentes	0	0	0	0	0	0
Inversión Otros Activos	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-5,007,707	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Inversión	-5,007,707	45,527,040	0	0	0	0
Flujo de Caja Financiamiento						
Desembolsos Fondo Emprender	0					
Desembolsos Pasivo Largo Plazo	0	0	0	0	0	0
Amortizaciones Pasivos Largo Plazo		0	0	0	0	0
Intereses Pagados		0	0	0	0	0
Dividendos Pagados		0	0	0	0	0
Capital	0	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Financiamiento	0	0	0	0	0	0
Neto Periodo	-5,007,707	42,390,747	-3,205,029	-3,310,211	-3,469,983	-3,676,998
Saldo anterior		-50,534,747	-8,144,000	-11,349,029	-14,659,240	-18,129,222
Saldo siguiente	-5,007,707	-8,144,000	-11,349,029	-14,659,240	-18,129,222	-21,806,220

Nota: Flujo de caja. (Elaboración propia).

Teniendo el flujo de caja ahora vamos a sacar los indicadores económicos para determina la viabilidad financiera del proyecto, a continuación, en la tabla 48 podemos el resumen de la actividad financiera del proyecto.

Tabla 49.

Indicadores económicos.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Supuestos Macroeconómicos						
Variación Anual IPC		5.26%	4.32 %	4.27 %	4.62 %	4.40 %
Devaluación		4.54%	3.85 %	3.19 %	4.62 %	4.40 %
Variación PIB		2.05%	2.03 %	2.24 %	2.11 %	2.13 %
DTF ATA		5.83%	5.53 %	5.36 %	5.57 %	5.49 %
Supuestos Operativos						
Variación precios		N.A.	4.3%	4.1%	4.3%	3.9%
Variación Cantidades vendidas		N.A.	4.1%	3.9%	4.1%	3.7%
Variación costos de producción		N.A.	7.7%	7.5%	2.7%	7.9%
Variación Gastos Administrativos		N.A.	4.3%	4.3%	4.6%	4.4%
Rotación Cartera (días)		0	0	0	0	0
Rotación Proveedores (días)		0	0	0	0	0
Rotación inventarios (días)		0	0	0	0	0
Indicadores Financieros Proyectados						
Liquidez - Razón Corriente		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Prueba Acida		0	0	0	0	0
Rotacion cartera (días),		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rotación Inventarios (días)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rotacion Proveedores (días)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nivel de Endeudamiento Total		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Concentración Corto Plazo		0	0	0	0	0
Ebitda / Gastos Financieros		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Ebitda / Servicio de Deuda		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Rentabilidad Operacional		-23.3%	- 21.7%	- 20.5%	- 14.3%	- 14.1%
Rentabilidad Neta		-23.3%	- 21.7%	- 20.5%	- 14.3%	- 14.1%
Rentabilidad Patrimonio		100.0%	50.4 %	34.0 %	20.5 %	17.8 %
Rentabilidad del Activo		100.0%	50.4 %	34.0 %	20.5 %	17.8 %
Flujo de Caja y Rentabilidad						
Flujo de Operación		- 3,136,293	- 3,205,029	- 3,310,211	- 3,469,983	- 3,676,998
Flujo de Inversión	45,527,040	45,527,040	0	0	0	0
Flujo de Financiación	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja para evaluación	45,527,040	42,390,747	- 3,205,029	- 3,310,211	- 3,469,983	- 3,676,998
Flujo de caja descontado	45,527,040	35,924,362	- 2,301,802	- 2,014,696	- 1,789,778	- 1,607,250
Criterios de Decisión						
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	18%					
TIR (Tasa Interna de Retorno)	-42.76%					
VPN	73,737,875					
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	-7.92					

Duración de la etapa improductiva del negocio (fase de implementación).en meses	0 mes					
Nivel de endeudamiento inicial del negocio, teniendo en cuenta los recursos del fondo emprender. (AFE/AT)	0.00%					
Periodo en el cual se plantea la primera expansión del negocio (Indique el mes)	0 mes					
Periodo en el cual se plantea la segunda expansión del negocio (Indique el mes)	0 mes					

Nota: indicadores económicos. (Elaboración propia).

7.4 Evaluación social del proyecto

Observando los movimientos financieros de los próximos 5 años del proyecto ahora solo tenemos que identificar el costo beneficio de dicha inversión para determinar la viabilidad del proyecto.

- Beneficios costos
- Primero tenemos que identificar cuáles son los beneficios donde encontramos los siguientes:
- Reducción de las enfermedades relacionadas con la ingesta de agua.
- Diarrea, gastroenteritis
- Disentería bacilar
- Paratifoidea
- Hepatitis infecciosa o ictericia
- Diarrea
- Disentería amibiana
- Enfermedad de Chagas
- Lombrices

- Puede causar la elefantiasis
- Dengue

Según la secretaria de salud del Meta en el año se destinan 3,701,95 millones de pesos, para la salud del municipio se considera que el 10% de estos recursos están destinados para cubrir gastos de medicamentos y hospitalización de este tipo de enfermedades relacionada con la ingesta de agua, lo cual en dinero es 370,195 millones de pesos los cuales 30,7 millones de pesos se estarían ahorrando anual por la implementación del proyecto en la vereda Las Moras lo cual determina que de gran valor la implementación de este proyecto y lo representamos a continuación en las siguientes tablas con la proyección a 5 años.

Tabla 50.

Presupuesto para cubrir temas de salud en el municipio.

Presupuesto asignado por la secretaria de salud al municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta	
Presupuesto al año destinado para el Municipio cifra en millones de pesos	3701.95
Presupuesto al año destinado para el municipio por concepto de medicamentos, hospitalización, incapacidades relacionadas con la ingesta del agua cifra en millones de pesos	370.20
Presupuesto al año destinado para la vereda Las Moras en el municipio por concepto de medicamentos, hospitalización, incapacidades relacionadas con la ingesta del agua cifra en millones de pesos	33.32
Presupuesto proyectado a 5 años para la vereda Las Moras en el municipio por concepto de medicamentos, hospitalización, incapacidades relacionadas con la ingesta del agua cifra en millones de pesos	181.81

Nota: presupuesto del municipio. (Elaboración propia).

Tabla 51.

Proyección con el IPC a 5 años.

Año	2019	2020	2021	2022	2023
IPC	5.00%	4.32%	4.27%	4.62%	4.40%
Valor en millones de pesos	33.32	34.76	36.24	37.92	39.58

Nota. Proyección con el IPC del presupuesto que gastaría el municipio en los próximos 5 años para tratar temas de salud relacionado con la ingesta de agua en la vereda las Moras. (Elaboración propia).

Tabla 52.

TIR social.

Evaluación del proyecto	
TIR inicial	-42.76%
VPN	\$ (81,109,178)
2019	\$ 33,317,550
2020	\$ 34,756,868
2021	\$ 36,240,986
2022	\$ 37,915,320
2023	\$ 39,583,594
TIR Social	33%

Nota: Evaluación social del proyecto de acuerdo al manual de cuantificación de beneficios planteado por el DPN. (Elaboración propia).

Conclusiones

La innovación social permitió por medio de la investigación realizada crear conciencia ambiental en el municipio de Barranca de Upia y capacitar sobre el mejor aprovechamiento y cuidado del recurso.

En el estudio de vigilancia tecnológica se logró identificar en la base de datos IEEE 25 estudios relacionados con la purificación de agua y en Dart-Europe se identificaron 93 estudios los cuales según la evaluación realizada se escogieron 4 para la implementación de este trabajo.

En el estudio de patentometría se identificaron 7 patentes relacionadas con la purificación de agua la cual se escogió, el sistema de purificación por medio de radicales libres para implementar en este proyecto, los factores que tuvimos en cuenta para la evaluación fueron, la facilidad de uso la purificación, que fuera accesible y duradera.

El diagnóstico inicial recogido mediante el levantamiento de la información en la vereda las Moras se logró crear conciencia con las personas para el mejor uso y cuidado del agua, ya que las personas no saben manejar las diferentes tecnologías existentes, se realizó la creación de la página web “Agua para vivir” con el fin de que la comunidad promedio tenga claro el conocimiento del manejo de estas tecnologías, por medio de los foros creados en la página de Facebook llamada “Agua para vivir” donde la comunidad puede generar preguntas sobre las inquietudes respecto al tema y así aclarando sus dudas.

Adicionalmente se sugirió una propuesta de ingeniería la cual consiste en un sistema de almacenamiento, el cual funciona por gravedad, donde el agua se moto bombea desde el aljibe, hasta el tanque de reserva que se encuentra encima de la vivienda y por gravedad baja al filtro de radicales libres donde se purifica, por ultimo llega a un tanque de almacenamiento de 250L que se encuentra en una repisa de concreto que está a una distancia de 1 metro para el fácil acceso.

Referencias

- agua, P. r. (2001). *Agua Potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados*. Universidad de Buenos Aires: N/A. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>
- Alcaldia, B. d. (2011). *Ficha municipal, caracterización del municipio*. Barranca de Upia. Obtenido de [file:///C:/Users/dani_/Desktop/TESIS%20GRADO%20ING%20INDUSTIRAL/DOCUM%20ENTACION%20BARRANCA%20DE%20UPIA/Ficha%20Municipal%202011%20-%20BARRANCA%20DE%20UPIA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dani_/Desktop/TESIS%20GRADO%20ING%20INDUSTIRAL/DOCUM%20ENTACION%20BARRANCA%20DE%20UPIA/Ficha%20Municipal%202011%20-%20BARRANCA%20DE%20UPIA%20(1).pdf)
- Alfaro Mendoza, O. A. (2017). *Evaluacion del sistema de tratamioento para la remocion de hierro y manganeso en aguas de abastecimiento de la colona Guadalupe, municipio de Tejutla*. Guadalupe: Universidad del Salvador.
- Aquaupia. (14 de 03 de 2019). Levantamiento informacion investigacion aguas. Barranca de Upia Meta.
- Barranca de Upia, A. (10 de 04 de 2019). *Barranca de Upia, Alcaldia* . Obtenido de Barranca de Upia, Alcaldia : <http://www.barrancadeupia-meta.gov.co/mapas/mapas-politicos>
- Barrera, M. D. (30 de 11 de 2017). *Repositorio escuela de ingenieros*. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/744/1/Barrera%20Martínez%20%2C%20Diana%20Isolina%20-%202017.pdf>
- Burbano, L. M. (16 de 04 de 2011). *Biblioteca digital Universidad del Valle*. Obtenido de bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7908/1/CB-0450286.pdf
- Cadena, C. A., Parrado, L. M., & Tirado, G. M. (2014). *DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO DE LAS CAPTACIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - DEPARTAMENTO*. VILLAVICENCIO CATOLICA: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3927/mejoramiento_agua_Pococ%203%AD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Colombia), M. P. (2007). *Decreto 1575 de 2007*. Bogota, Colombia: N/A. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

- Colombia, R. d. (1991). *Constitucion Politica de Colombia de 1991*. Bogota Colombia: N/A.
Obtenido de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>
- CORBITT, R. (2003). *MANUAL DE REFERENCIA DE LA INGENIERIA AMBIENTAL* .
M.ESPAÑA: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- David ConwaySean Doyle, T. J. (2001). *Estados Unidos Patente n° ES2281391T3*. Obtenido de
<https://patents.google.com/patent/ES2281391T3/es?q=filtro&q=purificacion&q=aguas&q=filtro+purificacion+aguas+>
- Duque, A. L. (2009). *Remocion de hierro y manganeso en aguas subterranas mediante doble filtracion con flujo a presion*. Santiago de Cali : Universidad del Valle .
- ECONOMICO, M. D. (2000). *RESOLUCIÓN NO. 1096 de 17 de Noviembre de 2000*. Bogota Colombia: Republica de Colombia. Obtenido de
<http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096%20-%202000.pdf>
- Espinosa, R. (11 de 04 de 2019). *welcome to the new marketing*. Obtenido de
<https://robertoespinosa.es/2013/07/29/la-matriz-de-analisis-dafo-foda/>
- Etienne, G. (02 de 01 de 2009). *Potabilización y tratamiento de aguas*. Obtenido de Potabilización y tratamiento de aguas: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/potabytrat.pdf>
- Fernandez. (11 de 04 de 2019). *Estadistica.net*. Obtenido de http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Analisis_Cluster.pdf
- Fidias G, A. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas Venezuela: EPISTEME, C.A.
Recuperado el 10 de 02 de 2019, de <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACIÓN-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- Garces, G. L. (2015). La fotocatalisis como alternativa para el tratamientode aguas residuales. *Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 84. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/html/695/69511013/>
- GERRERO, M. (2006). *EL AGUA*. N/A: FCE - Fondo de Cultura Económica.
- IDEAM, I. d. (16 de 04 de 2019). *Instituto de hidrología, metereologia y estudios ambientales*.
Obtenido de IDEAM:
http://www.ideam.gov.co/documents/14691/15142/zonificacion_hidrogeologica_19ZWR

xs5wXgEwtXT6ixAMhK8zeuZNSCGGdmbia+%5Bmapa%5D.JPG/16ffda1c-c102-4229-8e9e-854555f2132f?t=1423323877335

- INGALINELLA, A. M. (2004). *Procedimiento para la remocion de hierro y manganeso en aguas subterrneas* . Maipu-Rosario-Santafe: Unuversidad Nacional del Rosario.
- Larrea, V. C. (16 de 04 de 2015). *Repositorio Utmachala*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3120/1/TESIS%20-%20JONATHAN%20LARREA.pdf>
- LEGARRETA, M. G. (2006). *EL AGUA*. N/A: FCE - Fondo de Cultura Económica. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouncsp/reader.action?docID=3190850&query=CICLO+DEL+AGUA>
- Martin, R. (2004). *Estados Unidos Patente n° US20030160005A1*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/US20030160005A1/en?assignee=Roy+Martin&before=priority:20021231&after=priority:20020101&patents=false&oq=Roy+Martin++2002>
- McFarland, M. L., & Dozier, M. C. (2012). *Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso*. TEXAS EE.UU: COOPERATIVA DE TEXAS. Obtenido de <https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/15451sironandman.pdf>
- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2007). *RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 del 2007*. Bogota Colombia: N/A. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Mohsen, T. R. (2011). *Making sense of Cronbach's alpha*. EE.UU: International Journal of Medical Education. Obtenido de <https://www.ijme.net/archive/2/cronbachs-alpha.pdf>
- OVTT. (16 de 04 de 2019). *OVTT*. Obtenido de OVTT: <https://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica-metodos>
- Padilla, M. B. (05 de 06 de 2015). Comparacion entre un proceso de filtración simple y múltiple, para tratar agua subteranea. *Revista de investigación: Ciencia, Tecnologia y Desarrollo*. Obtenido de https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/636/608
- Quero, v. M. (14 de 04 de 2019). *Revistas científicas de america latina*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/993/99315569010/>

- Ramos, M. M., & Montero, Z. E. (16 de 04 de 2014). *Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90183.pdf>
- Rodriguez, J. C. (2018). La metodología Lean Startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento. *EAN*(84). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n84/0120-8160-ean-84-00079.pdf>
- SALUD, R. D. (2012). *Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en Colombia*. BOGOTA COLOMBIA: N/A. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Informe%20Vigilancia%20Calidad%20Agua%20a%C3%B1o%202012%5B1%5D.pdf>
- Salud, R. d. (2012). *Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en Colombia*. Bogota: N/A. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Informe%20Vigilancia%20Calidad%20Agua%20a%C3%B1o%202012%5B1%5D.pdf>
- Salud, R. d. (2012). *Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en Colombia*. Bogota: N/A. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Informe%20Vigilancia%20Calidad%20Agua%20a%C3%B1o%202012%5B1%5D.pdf>
- SALVADOR. (2006). *TESIS SALVADOR*. SALVADOR: CORDERO.
- Sampieri, H. R. (2010). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mexico D.F: McGRAW-HILL. Recuperado el 18 de 04 de 2019, de observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf
- Shigeo Sakagami, Y. T. (2009). *Japon Patente n° JP2009261011A*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/JP2009261011A/en?q=JP2009261011A>
- SIRH. (11 de 04 de 2019). *Sistemas de información sobre el recurso hidrico*. Obtenido de <http://capacitacion.sirh.ideam.gov.co/homeSIRH/HOME/calidad-n3.html>
- Toro, C. G. (2011). *Evolución del derecho de aguas en Colombia: más legislación que eficacia*. Barranquilla Atlantico: Universidad del norte. Obtenido de <https://www.uninorte.edu.co/documents/4368250/4488389/Evoluci%C3%B3n+del+derecho+de+aguas+en+Colombia,%20m%C3%A1s+legislaci%C3%B3n+que+eficacia>

- Tovar, G. J. (01 de 06 de 2012). *UCAB*. Obtenido de biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS3261.pdf
- UNESCO. (18 de 04 de 2019). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura*. Obtenido de Organizacion de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura: <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/agua-fuente-vida>
- Walter rivera, C. V. (2003). *Elaboracion de un filtro de aplicacion domestica para la remocion de hierro y manganeso del agua, utilizando el proceso de aeriacion y contacto*. . San salvador (salvador): tesis de grado universidad del salvador.
- 杨金明. (2016). *China Patente n° CN106007043A*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/CN106007043A/en?q=CN201610628778>
- 杨金明皮金海. (2016). *China Patente n° CN205974032U*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/CN205974032U/en?q=CN201620833789>
- 王斌谢先军夏新星徐倩蒋佳毅. (2018). *China Patente n° CN108467080A*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/CN108467080A/en?q=CN201810437668>
- 袁媛. (2014). *China Patente n° CN204281439U*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/CN204281439U/en?q=CN+201420394566>

Anexos

Anexo 1

Informe de análisis de agua para el consumo humano 26/11/2018


LABORATORIO DEPARTAMENTAL
DE SALUD PÚBLICA DEL META

ANÁLISIS No. 20181590

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha Toma:	26/11/2018	Hora Toma:	11 : 45 AM
Zona:	Urbana	Punto Toma:	Red
Nombre Localidad:	CENTRO		
Mpio procedencia:	Barranca De Upla	Departamento:	Meta
Punto Muestreo:	003	Fuente toma:	Caño
Dirección toma:	CENTRO CALLE 10 No 7-05		
Desinfección con:	Cloro	Tipo de agua:	Tratada
Nombre toma:	William Moreno		
Cargo:	Técnico De Saneamiento		

DATOS DEL PRESTADOR DEL SERVICIO	
Nombre prestador:	Aquaupla S.A E.S.P
Dirección:	Calle 10 # 3-75
Teléfono:	3204899155

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA			
Nombre recibe:	Mary Alexandra Rodriguez	Fecha recepción:	26/11/2018
Cargo:	Auxiliar	Temperatura:	3.2°C

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Fecha Análisis: 26/11/2018 03:00 AM

Parametro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Puntaje de Riesgo	Unidades	Metodo	Resultado	Valor Irc	Concepto
Color Aparente	0	15	6	UPC	SM 2120 C	0	0	CUMPLE
Ph (Potencial De Hidrógeno)	8.5	9	1.5	UPH	SM 4500 - H + B	7.28	0	CUMPLE
Cloro Residual Libre	0.3	2	15	mgCl ₂ /L	SM 4500-Cl-G	0.05	15	NO CUMPLE X
Calcio	0	60	1	mgCa/l	SM 3500 Ca-B	5	0	CUMPLE
Fosfatos	0	0.5	1	mgPO ₄ /l	SM 4500 - P-E	0.43	0	CUMPLE
Magnesio	0	36	1	mgMg/L	SM 2340 C	2	0	CUMPLE
Cloruros	0	250	1	mgCl/l	POTENCIOMETRI CO	1	0	CUMPLE
Nitritos	0	0.1	3	mgNO ₂ /L	8507 HACH	0.011	0	CUMPLE
Sulfatos (T)	0	250	1	mgSO ₄ /l	8051 HACH	Menor de 2	0	CUMPLE
Aluminio	0	0.2	3	mgAl/L	Cromazurol S	0.04	0	CUMPLE

CODIGO: 1407
Profesional Laboratorio


05/13/2018


SECRETARIA DE SALUD
Calle 37 No. 41-80 Barzal Alto
Tel. 6610955- 6610956- 6620140 Villavicencio, Meta
salud@metakol.gov.co - www.saludmeta.gov.co
Página 1 de 2



DEPARTAMENTO DEL META
NIT. 882.200.148-4

LABORATORIO DEPARTAMENTAL
DE SALUD PÚBLICA DEL META

ANÁLISIS No. 20181590

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha Análisis: 27/11/2018 11:00 AM

Parametro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Puntaje de Riesgo	Unidades	Metodo	Resultado	Valor Ircs	Concepto
Coliformes Totales	0	0	15	UFC/100 cm3	AOAC 991.15-1994	AUSENCIA	0	CUMPLE
E Coli	0	0	25	UFC/100 cm3	AOAC 991.15-1994	AUSENCIA	0	CUMPLE
Recuento Microorganismos Heterótrofos	0	100	0	UFC / ml	AOAC 2902.07-2005	2	0	CUMPLE

[Handwritten Signature]

CODIGO: 2104

Bacterióloga

Parametros definidos segun resolucion 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social

OBSERVACIONES: La muestra NO Cumple con el(los) requisitos en lo referente a: - FÍSICOQUÍMICO: Cloro Residual Libre

IRCA: 20.41% Nivel Riesgo Medio *[Handwritten Mark]*

Observación General:

Fecha de Impresión : 30/11/2018

[Handwritten Signature]

Vbo.

Edgar Calderon
Profesional Universitario Laboratorio

ESTE ANÁLISIS NO TIENE NINGUN COSTO

FIN DEL INFORME

Los resultados contenidos en este informe corresponden únicamente a la muestra analizada. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación del laboratorio de salud pública del Meta



05/12/2018



SECRETARIA DE SALUD
Calle 37 No. 41-80 Barzal Alto
Tel. 6610555-6610556-6620140 Villavieja, Meta
salud@meta.gov.co - www.saludmeta.gov.co

Página 2 de 2

Anexo 2

Informe de análisis de agua para el consumo humano 03/12/2018

**LABORATORIO DEPARTAMENTAL
DE SALUD PÚBLICA DEL META**

ANÁLISIS No. 20181757

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

DATOS DE LA MUESTRA								
Fecha Toma:	03/12/2018	Hora Toma:	11 : 30 AM					
Zona:	Urbana	Punto Toma:	Red					
Nombre Localidad:	CENTRO							
Mpio procedencia:	Barranca De Uplia	Departamento:	Meta					
Punto Muestreo:	003	Fuente toma:	Caño					
Dirección toma:	CENTRO CALLE 10 No 7-05							
Desinfección con:	Cloro	Tipo de agua:	Tratada					
Nombre toma:	William Moreno							
Cargo:	Técnico De Saneamiento							
DATOS DEL PRESTADOR DEL SERVICIO								
Nombre prestador:	Aquaupia S.A.E.S.P							
Dirección:	Calle 10 # 3-75							
Teléfono:	3204999155							
DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA								
Nombre recibe:	Flor Alba Garzon Quinliva	Fecha recepción:	03/12/2018					
Cargo:	Auxiliar	Temperatura:	4°C					
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO								
Fecha Análisis: 03/12/2018 03:30 PM								
Parametro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Puntaje de Riesgo	Unidades	Metodo	Resultado	Valor Ircs	Concepto
Color Aparente	0	15	6	UPC	SM 2120 C	0	0	CUMPLE
Ph (Potencial De Hidrógeno)	6.5	9	1.5	UPH	SM 4500 - H + B	7.21	0	CUMPLE
Cloro Residual Libre	0.3	2	15	mgCl ₂ /L	SM 4500-Cl-G	0,14	15	NO CUMPLE
Calcio	0	60	1	mgCa/l	SM 3500 Ca-B	0	0	CUMPLE
Fosfatos	0	0.5	1	mgP _{O4}	SM 4500 - P E	0,1	0	CUMPLE
Magnesio	0	36	1	mgMl	SM 2340 C	3	0	CUMPLE
Sulfatos	0	250	1	mgSO ₄	SM 4500 E	Menor de 10	0	CUMPLE
Cloruros	0	250	1	mgCl ⁻	POTENCIOMETRI CO	1	0	CUMPLE
Nitros	0	0.1	3	mgNO ₂ L	8507 HACH	0,011	0	CUMPLE
Conductividad	0	1000	0	umhos/cm	SM 2510 B	17	0	CUMPLE
Aluminio	0	0.2	3	mgAl	Cromazurol S	Menor de 0,02	0	CUMPLE



LABORATORIO DEPARTAMENTAL
DE SALUD PÚBLICA DEL META

DEPARTAMENTO DEL META
NET. 992.000.148-9

ANÁLISIS No. 20181787

[Handwritten signature]

CODIGO: 1407
Profesional Laboratorio

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha Análisis: 03/12/2018 04:00 PM

Parametro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Puntaje de Riesgo	Unidades	Metodo	Resultado	Valor Irca	Concepto
Coliformes Totales	0	0	15	UFC/100 cm3	AOAC 991.15-1994	AUSENCIA	0	CUMPLE
E Coli	0	0	25	UFC/100 cm3	AOAC 991.15-1994	AUSENCIA	0	CUMPLE
Cuento Microorganismos Heterótrofos	0	100	0	UFC / ml	AOAC 2002.07-2005	4	0	CUMPLE

[Handwritten signature]

CODIGO: 2104
Bacterióloga

Parametros definidos segun resolucion 2115 de 2007 del Ministerio de la Proteccion Social
OBSERVACIONES: La muestra NO Cumple con el(los) requisitos en lo referente a: - FISICOQUIMICO: Cloro Residual Libre
IRCA: 20.41% Nivel Riesgo Medio

Observación General:
Fecha de Impresión : 06/12/2018

[Handwritten signature]
Vbo.
Edgar Calderon
Profesional Universitario Laboratorio

ESTE ANÁLISIS NO TIENE NINGUN COSTO
FIN DEL INFORME

Los resultados contenidos en este informe corresponden únicamente a la muestra analizada. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación del laboratorio de salud pública del Meta



SECRETARIA DE SALUD
Calle 37 No. 42-80 Barrio Arco
Tel. 6610955-6610955-6630140 Villavicencio, Meta
salud@metas.gov.co - www.saludmeta.gov.co

Anexo 3

Informe de análisis de agua para el consumo humano 19/02/2019

 LABORATORIO DEPARTAMENTAL
DE SALUD PÚBLICA DEL META

ANÁLISIS No. 20190036

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha Toma:	19/02/2019	Hora Toma:	09 : 30 AM
Zona:	Urbana	Punto Toma:	Red
Nombre Localidad:	CENTRO		
Mpio procedencia:	Barranca De Upia	Departamento:	Meta
Punto Muestreo:	002	Fuente toma:	Caño
Dirección toma:	CALLE 11 No 42-52		
Desinfección con:	Cloro	Tipo de agua:	Tratada
Nombre toma:	William Moreno		
Cargo:	Técnico De Saneamiento		

DATOS DEL PRESTADOR DEL SERVICIO

Nombre prestador:	Aquaupia S.A E.S.P
Dirección:	Calle 10 # 3-75
Teléfono:	3204999155

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

Nombre recibe:	Mary Alexandra Rodriguez	Fecha recepción:	19/02/2019
Cargo:	Auxiliar	Temperatura:	3.5°C

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Fecha Análisis: 19/02/2019 12:12 PM

Parametro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Puntaje de Riesgo	Unidades	Metodo	Resultado	Valor Irc	Concepto
Color Aparente	0	15	6	UPC	SM 2120 C	19	6	NO CUMPLE
Turbiedad	0	2	15	NTU	SM 2130 B	0,2	0	CUMPLE
Ph (Potencial De Hidrógeno)	6,5	9	1,5	UPH	SM 4600 - H + B	5,68	1,5	NO CUMPLE
Cloro Residual Libre	0,3	2	15	mgCl ₂ /L	SM 4500-Cl-G	0,04	15	NO CUMPLE
Alcalinidad Total	0	200	1		SM 2320 B	2,1	0	CUMPLE
Nitritos	0	0,1	3	mgNO ₂ /L	8507 HACH	0,003	0	CUMPLE
Sulfatos (T)	0	250	1	mgSO ₄ /L	8051 HACH	Menor de 2	0	CUMPLE

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha Análisis: 19/02/2019 11:30 AM

Parametro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Puntaje de Riesgo	Unidades	Metodo	Resultado	Valor Irc	Concepto
Coliformes Totales	0	0	16	UFC/100 cm ³	AOAC 991.15-1994	AUSENCIA	0	CUMPLE
E Coli	0	0	25	UFC/100 cm ³	AOAC 991.15-1994	AUSENCIA	0	CUMPLE
Recuento Microorganismos Heterótrofos	0	100	0	UFC / ml	AOAC 2002.07-2006	2	0	CUMPLE



23/02/2019



SECRETARÍA DE SALUD
Calle 17 No. 41-80 Barrio Añu
Tel. 6610555-6610556-6620140 Mérida, Yucatán, México
salud@met.gob.mx - www.saludmeta.gob.mx

Página 1 de 2

**LABORATORIO DEPARTAMENTAL
DE SALUD PÚBLICA DEL META**

DEPARTAMENTO DEL META
NIT. 892.005.145-9

ANÁLISIS No. **20190036**

Pring

CODIGO: 2104
Bacterióloga

Parametros definidos segun resolucion 2115 de 2007 del Ministerio de la Proteccion Social

OBSERVACIONES: La muestra NO Cumple con el(los) requisitos en lo referente a: - FISICOQUIMICO: Cloro Residual Libre , Color Aparente , Ph (Potencial De Hidrógeno)
IRCA: 27.27% Nivel Riesgo Medio

Observación General:

Fecha de Impresión : 20/02/2019

Edgar Calderon
Vbo.
Edgar Calderon
Profesional Universitario Laboratorio

ESTE ANALISIS NO TIENE NINGUN COSTO

FIN DEL INFORME

Los resultados contenidos en este informe corresponden únicamente a la muestra analizada. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación del laboratorio de salud pública del Meta



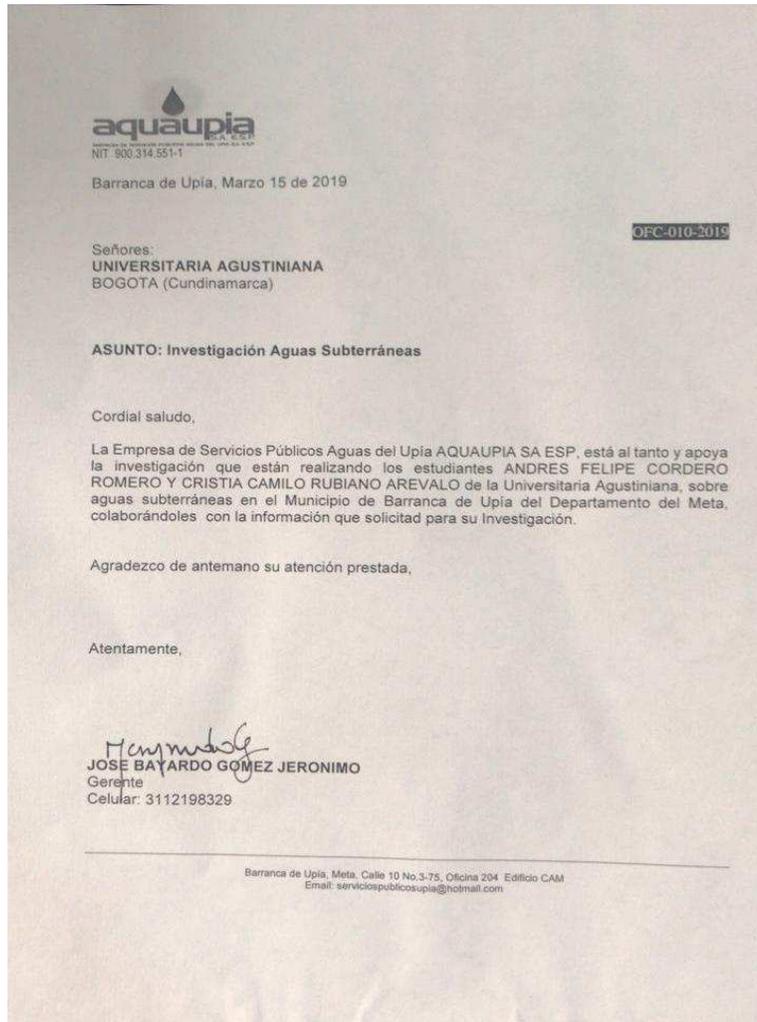
EL META
Tierra de Oportunidades
Salud, Bienestar Social y Empleo

25/02/2019



SECRETARIA DE SALUD
Calle 87 No. 41-80 Barcal Alto
Tel. 6611935 - 6611936 - 6611938 VIVIENDO EN SALUD
salud@saludmeta.gov.co - www.saludmeta.gov.co

Página 2 de 2

Anexo 4**Colaboración de la empresa aquaupia S.A. E.S.P.**

Anexo 5

Horario de acueducto febrero 17 del 2019

USUARIOS POR SECTOR Y HORARIOS DE ACUEDUCTO BARRANCA DE UPIA			
Sector	Barrios	Número de Usuarios	horario
1	centro Brisas de Upía Ferías	213	DE 6 A 1 PM EMPEZANDO LUNES 18 DE FEBRERO DIA DE POR MEDIO
2	Ferías Bajo Pueblo nuevo Minuto de Dios	254	DE 5 A 9 AM EMPEZANDO EL DOMINGO 17 DE FEBRERO DIA DE POR MEDIO
3	Libertad I y II Prado Villa Lombo	438	DE 1 A 5 PM EMPEZANDO EL DOMINGO 17 DE FEBRERO DIA DE POR MEDIO
4	Villas de Santiago Sector Manga de Coleo	221	DE 5 A 7 PM TODOS LOS DIAS

El agua es vida, no la desperdicias



Anexo 6

Encuesta sobre la situación actual del agua en el municipio de Barranca de Upia en el departamento del Meta.

Somos aspirantes al título profesional en **ingeniería industrial**, en la **Universitaria Agustiniana**. La siguiente encuesta se hace con el fin de realizar un proyecto de investigación el cual busca identificar los problemas asociados con el agua en el municipio de Barranca de Upia Meta.

Yo _____ con cédula de ciudadanía _____ permito a los estudiantes **Cristian Rubiano** y **Andrés Cordero** la recopilación de datos por medio de esta encuesta, los cuales van a ser utilizados solo con fin académico.

1) ¿Cuál es su edad? _____

2) Género

A) Masculino

B) Femenino

3) ¿Cuenta con acueducto?

A) Si

B) No

4) ¿Con qué frecuencia tiene agua en su vivienda?

A) Nunca

B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

5) ¿De qué manera obtiene el agua para su vivienda?

A) Comprando en la tienda

B) Acueducto

C) Aljibe (jagüey)

D) Pozo

E) Otra

6) ¿Con cuántas personas vive?

A) 0

B) 1

C) 2

D) 3

E) 4 o más

7) ¿Se encuentra satisfecho con la manera en la que se abastece de agua?

A) No satisfecho

B) Poco satisfecho

C) Moderadamente satisfecho

D) Muy satisfecho

E) Extremadamente satisfecho

8) ¿Se encuentra satisfecho con el agua que consume?

A) No satisfecho

B) Poco satisfecho

C) Moderadamente satisfecho

D) Muy satisfecho

E) Extremadamente satisfecho

9) ¿En qué horario utiliza con más frecuencia el agua?

A) Madrugada

B) Mañana

C) Medio día

D) Tarde

E) Noche

10) ¿SE ha relacionado con la entidad encargada del tratamiento de las aguas en el municipio?

- A) Nunca
- B) Casi nunca
- C) Ocasionalmente
- D) Casi siempre
- E) Siempre

11) ¿Con qué frecuencia se realizan asambleas para conocer el estado actual del agua en el municipio?

- A) Nunca
- B) Casi nunca
- C) Ocasionalmente
- D) Casi siempre
- E) Siempre

12) ¿Le parece importante estar al tanto de las decisiones que toma el municipio sobre la situación actual de las aguas?

- A) No es importante
- B) Poco importante
- C) Neutral
- D) Importante
- E) Muy importante

13) ¿En la región hay algún tipo de racionamiento?

- A) Nunca
- B) Casi nunca
- C) Ocasionalmente
- D) Casi siempre
- E) Siempre

14) ¿Tiene conocimiento del porqué los racionamientos?

- A) Nunca
- B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

15) ¿El agua que consume tiene algún proceso de potabilización?

A) Nunca

B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

16) ¿Con frecuencia le suministran información de tecnologías que le ayude a purificar el agua?

A) Nunca

B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

17) ¿El municipio le ha otorgado alguna tecnología para potabilizar el agua?

A) Nunca

B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

18) ¿Estaría satisfecho si el municipio le suministra una nueva tecnología para purificar el estado actual del agua que consume?

A) No satisfecho

B) Poco satisfecho

C) Moderadamente satisfecho

D) Muy satisfecho

E) Extremadamente satisfecho

19) ¿Usted y su familia han sufrido algún problema asociado al consumo de agua?

A) Nunca

B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

20) ¿Con qué frecuencia a sufrido esos problemas relacionados con el consumo de agua?

A) Nunca

B) Casi nunca

C) Ocasionalmente

D) Casi siempre

E) Siempre

21) ¿Creería usted que es importante que el municipio lo abastezca de una excelente calidad de agua?

A) No es importante

B) Poco importante

C) Neutral

D) Importante

E) Muy importante

22) ¿Cree usted que el agua es importante y vital para el ser humano?

A) No es importante

B) Poco importante

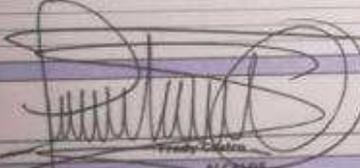
C) Neutral

D) Importante

E) Muy importante

Anexo 7

Acta de reunión con el alcalde

UNIAGUSTINIANA		Página : 1 de 1	
			
Acta de Reunión			
2. DATOS GERALES			
Tema : Socialización Investigación de Aguas subterráneas	Ciudad : Barranca de Upiá Meta	Fecha : 24/02/2019	Horario : 02:00 p.m.
3. ASISTENTES			
Nombre	Área	Nombre	Área
Camilo Camilo Rubiano	Estudiante		
Fredy Castro	Alcalde		
4. OBJETIVOS			
<p>Hece conocer el estado actual, de las aguas subterráneas en el municipio, para entender como el consumo aparente, no esta relacionado con la oferta, actual del municipio con respecto a la oferta del recurso hídrico, que en la actualidad la planta de tratamiento con afluente del caño "los pávilos" atorga, con el fin de re relacionar al con sumo e incentivar formas de aprovechamiento de las aguas subterráneas en la región.</p> <p>Fomentar la participación de la comunidad, por medio de el desarrollo de la transferencia tecnológica, con la realización de foros virtuales, charlas (escuelas, colegios), con el fin de crear valor en el conocimiento del cuidado y protección del agua como uno de los objetivos del desarrollo sostenible planteados por ONU.</p>			
5. DESARROLLO Y TEMAS TRATADOS DURANTE LA REUNIÓN			
<p>MetaSocialización de proyecto de aguas en el municipio. Elaboración de un estudio de vigilancia tecnológica para la determinación de un sistema de purificación de aguas subterráneas en el municipio de barranca de Upiá en el departamento del Meta. Estado del agua, fuentes de abastecimiento, población vulnerable, formas de tratamiento de agua, relacionamiento con los involucrados(instituciones educativas), manejo y tratado adecuado del recurso vital.</p>			
6. COMPROMISOS			
Descripción	Responsable	Fecha	
Suministro de la información necesaria para el desarrollo de la investigación	Municipio (Academia)	N/A	
Levantamiento de encuesta calidad y tipología de agua	Municipio (Alcalde)	N/A	
7. DATOS PRÓXIMA CONVOCATORIA			
Tema :	Área :	Fecha :	
	Lugar :	Horario :	
8. TEMAS A TRATAR PRÓXIMA REUNIÓN			
Resultados de la vigilancia y estudio de patentes en métodos de purificación y tratamiento de aguas			
9. VALIDACIÓN			
 Fredy Castro ALCALDE		 Camilo Camilo Rubiano Arriaga ELABORADO POR	

Anexo 8



Sello de Calidad
icontec internacional

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBOS DE PVC PARA USO SANITARIO-AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, en la Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C., Colombia
Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, in the Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C., Colombia

El derecho de uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 1087 (2016)
Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) rígido para uso sanitario, aguas lluvias y ventilación
Poly (vinyl chloride) (PVC) waste and vent pipe

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "ES-R-PD-01 Reglamento para la certificación de producto con Marca de Conformidad otorgada por ICONTEC", lo cual será verificado por ICONTEC.

This certificate of conformity product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the "ES-R-PD-01 Reglamento para la certificación de producto con Marca de Conformidad otorgada por ICONTEC" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado.

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certified

Certificado CSC-0001-3			
Certificate			
Fecha de Aprobación: 1977-03-30	Fecha Última Modificación: 2018-02-07		
Approval Date:	Last Modification Date:		
Fecha de Renovación: 2018-02-07	Fecha de Vencimiento: 2023-12-16		
Renewal Date:	Expiration Date:		
Fecha de Restauración: 2018-02-07			
Restoration Date:			



Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo
CEO

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accredited by:



ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE CALIDAD
REGISTRO DE CALIDAD
ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002



ANSI Accredited Program
PRACTICE 100000000000
CERTIFIED USA 807

ES-19-047-001 Versión 03. Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado. ICONTEC INTERNACIONAL, carrera 27 nro 57 - 88, Bogotá D.C., Colombia

Anexo 9

Costos

Codigo : CLIENTE		
NIT:		
CANT.	DESCRIPCION	TOTAL \$
0.50	TUBO SANIT SEMIP 4"	4,400.00
1.00	Precio: 8,800.00 TUBO PRESION 1/2" GERFOR	2,500.00
2.00	Precio: 2,500.00 UNION 4" SANITARIO	8,000.00
2.00	Precio: 4,000.00 BUJE SANITARIO 3 X 2	6,400.00
1.00	Precio: 3,200.00 BUJE PRESION 2X1	3,000.00
1.00	Precio: 3,000.00 BUJE PRESION 1 X 1/ 2	800.00
1.00	Precio: 800.00 BUJE PRESION 2 X 3/ 4	3,000.00
1.00	Precio: 3,000.00 SOLDADURA SOLDAMAX PVC 1/128 PAVCO	3,900.00
1.00	Precio: 3,900.00 ARENA X BOLSA 1 PAL ADA	1,000.00
1.00	Precio: 1,000.00 GRAVILLA MONA #2 KI LO	800.00
	Precio: 800.00	
11.50	Subtotal	28,403.36
	IVA	5,396.64
	T O T A L	33,800.00
Tarifa	Base	Valor
19.0%	28,403.36	5,396.64
Efectivo		33,800.00
*EFECTIVO		
Cambio		0.00
Balance		0.00

anexo 10

Prueba de agua



IDEAM
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN
INGENIERIA AMBIENTAL

CONVENIO DE COLABORACIÓN Nº 000201
1994 con Resolución Nº 2489 de
1994 del 22 de mayo de 1994
y Resolución 1347 de mayo 18 de 2017

LABORATORIO INGENIERIA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Cliente: ANDRES FELIPE CORDERO ROMERO Persona a contactar: SR. ANDRES FELIPE CORDERO ROMERO Dirección / Ciudad: CALLE 11C No. 808-71 / BOGOTÁ Telefono Fijo/Fax/Movil: 313-4205560 Fecha de Registro: 2019-04-08	ANALISIS N°: 34961 Cotizacion N°: 101-2019 Orden de trabajo: 036-2019 Recibida por: C.A.C.V. Fecha de Entrega: 2019-04-23
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

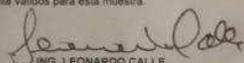
Municipio: BARRANCA DE UPIÁ Procedencia: VEREDA LAS MORAS Punto de Captación: ALGIBE UBICADO EN LA CASA DE FABIOLA URREGO. Fecha De Toma de Muestra: 2019-04-07	Departamento: META Toma de Muestra: NO Tipo de Muestra: AGUA CRUDA Tipo Toma de Muestra: PUNTUAL
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESULTADOS

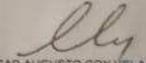
Parámetro	Unidades	Método	Resultado
Hierro	mg/L Fe + ³	Absorción Atómica	1,8
Manganeso	mg/L Mn + ²	Absorción Atómica	< 0,05

OBSERVACIONES:

La muestra analizada No fue recolectada por personal del laboratorio ni bajo supervisión del mismo, por lo que estos resultados son solamente validos para esta muestra.


 ING. LEONARDO CALLE
 Coordinador Laboratorio Ing Ambiental




 Q. CÉSAR AUGUSTO COY VELANDIA
 Responsable Técnico M.P. Q-3246

FIN DEL INFORME. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Edificio IDEAM-Instituto de Investigaciones I.E.I. 399 pda. oficina 228. Telefon: 3145051. Computador: 3145000. Fax: 3322-1330. Email: labingamb@ideam.edu.coLIA-FT-117 V. 02



Laboratorio Acreditado: 00010
 ISO 9001:2015 y ISO 17025:2017
 Decreto 1074 de 2015
 Resolución 0262 de 2019 y Resolución 0262 de 2017

LABORATORIO INGENIERIA AMBIENTAL INFORME DE RESULTADOS



UNIVERSIDAD
 NACIONAL
 DE COLOMBIA

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Cliente:	ANDRES FELIPE CORDERO ROMERO	ANALISIS N°:	34967
Persona a contactar:	SR. ANDRES FELIPE CORDERO ROMERO	Cotizacion N°:	105-2019
Dirección / Ciudad:	CALLE 11C No. 80B-71 / BOGOTÁ	Orden de trabajo:	039-2019
Teléfono Fijo/Fax/Movil:	313-4205660	Recibida por:	C.A.C.V.
Fecha de Registro:	2019-04-11	Fecha de Entrega:	2019-04-26

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Municipio:	BARRANCA DE UPIA	Departamento:	META
Procedencia:	VEREDA LAS MORAS, AGUA SUPERFICIAL	Toma de Muestra:	NO
Punto de Captación:	ALGIBE UBICADO EN LA CASA DE FABIOLA URREGO	Tipo de Muestra:	AGUA CRUDA
Fecha De Toma de Muestra:	2019-04-07 6:00 p. m.	Tipo Toma de Muestra:	PUNTUAL

RESULTADOS

Parámetro	Unidades	Método	Resultado
Hierro	mg/L Fe ⁺³	Absorción Atómica	<0,2
Manganeso	mg/L Mn ⁺²	Absorción Atómica	<0,05

OBSERVACIONES:

La muestra analizada No fue recolectada por personal del laboratorio ni bajo supervisión del mismo, por lo que estos resultados son solamente validos para esta muestra.


 ING. LEONARDO CALLE
 Coordinador Laboratorio Ing Ambiental




 Q. CÉSAR AUGUSTO COY VELANDÍA
 Responsable Técnico M.P. Q-3246