

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO, DESTINADA A REUTILIZAR EL AGUA DE LAVADO
DOMÉSTICO EN CASAS DEL BARRIO BELÉN RINCÓN DE LA CIUDAD
DE MEDELLÍN**

CARLOS ALBERTO MAZORRA

JUAN JOSÉ ÁLVAREZ

JOVAR ANDRÉS MOSQUERA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR A ESPECIALIZACIÓN EN
GERENCIA DE PROYECTO

MARÍA NELA GALEANO

MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2017

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO, DESTINADA A REUTILIZAR EL AGUA DE LAVADO
DOMÉSTICO EN 10 CASAS DEL BARRIO BELÉN RINCÓN DE LA
CIUDAD DE MEDELLÍN**

CARLOS ALBERTO MAZORRA

JUAN JOSÉ ÁLVAREZ

JOVAR ANDRÉS MOSQUERA

Corporación Universitaria Uniminuto

Educación a distancia

Especialización En Gerencia De Proyecto

Medellín

2017

Tabla de contenido

<u>1</u>	<u>Situación problemática</u>	<u>10</u>
<u>2</u>	<u>Justificación</u>	<u>13</u>
<u>3</u>	<u>Objetivos</u>	<u>14</u>
3.1	Objetivos generales	14
3.2	Objetivos específicos	14
<u>4</u>	<u>Marco teórico</u>	<u>14</u>
4.1	EL agua en el Planeta Tierra	14
4.2	Desperdicio del agua en el Planeta Tierra	16
4.3	Consumo del agua en el mundo	18
4.4	Consumo del Agua en Colombia	19
4.5	Reusó y aprovechamiento del agua	20
4.6	Calidad del agua	23
4.7	Normatividad	24
<u>5</u>	<u>Metodología</u>	<u>25</u>
5.1	Diseño metodológico del proyecto	25
5.1.1	Descripción general del proceso de investigación.	25
5.1.2	Tipo de investigación.	26

5.1.3	Fuentes de investigación.	26
5.1.4	Técnicas de investigación	26
5.1.5	Plan de acción.	27
5.1.6	Cronograma.	28
5.2	Desarrollo metodológico del proyecto	28
5.2.1	Población y muestra de la investigación.	31
5.2.2	Análisis estadístico aplicado a las encuestas.	32
6	<u>Resultados y hallazgos</u>	<u>49</u>
6.1	Resultados	49
6.2	Hallazgos	51
6.2.1	Identificar la población dentro de las casas unifamiliares que se puede beneficiar con el sistema de tratamiento destinado a reutilizar el agua de lavado doméstico.	51
6.2.2	Hacer una relación costo beneficio sobre un sistema de tratamiento para la reutilización de agua de lavado doméstico en los hogares del barrio belén rincón.	52
6.2.3	Establecer la disposición de los hogares del Barrio Belén Rincón de implementar el sistema de reutilización de aguas procedentes del lavado doméstico.	52
7	<u>Conclusiones</u>	<u>53</u>
8	<u>Bibliografía</u>	<u>54</u>
9	<u>Anexos</u>	<u>58</u>
9.1	Formato encuesta	58

9.2 Cronograma

61

Lista de ilustraciones

Figura 1. Distribución del agua en el planeta.....	15
Figura 2. Ejemplo de comparación de la cantidad de agua en el planeta.....	16
Figura 3. Tipos de demanda y usos del agua (IDEAM).....	20
Figura 4. Ciclo hidrológico del agua.....	21
Figura 5. Uso del agua a nivel mundial.....	23
Figura 6. Plan de acción para ejecutar la investigación.	27
Figura 7. Cronograma general de la investigación.....	28
Figura 8. Rangos de consumo básico, en función de la altura sobre el nivel del mar de las ciudades y municipios (CRA).....	29
Figura 9. Consumo de agua en viviendas.....	30
Figura 10. Calculo del tamaño de la muestra.	32
Figura 11. Interpretación gráfica de la pregunta 1, parte 1.	33
Figura 12. Interpretación gráfica de la pregunta 2, parte 1.	34
Figura 13. Interpretación gráfica de la pregunta 3, parte 1.	35
Figura 14. Interpretación gráfica de la pregunta 1, parte 2.	36
Figura 15. Interpretación gráfica de la pregunta 2, parte 2.	37
Figura 16. Interpretación gráfica de la pregunta 3, parte 2.	38
Figura 17. Interpretación gráfica de la pregunta 4, parte 2.	39
Figura 18. Interpretación gráfica de la pregunta 5, parte 2.	40
Figura 19. Interpretación gráfica de la pregunta 6, parte 2.	41
Figura 20. Interpretación gráfica de la pregunta 7, parte 2.	42
Figura 21. Interpretación gráfica de la pregunta 1, parte 3.	43

Figura 22. Interpretación gráfica de la pregunta 2, parte 3.	44
Figura 23. Interpretación gráfica de la pregunta 3, parte 3.	45
Figura 24. Interpretación gráfica de la pregunta 4, parte 3.	46
Figura 25. Interpretación gráfica de la pregunta 5, parte 3.	47
Figura 26. Interpretación gráfica de la pregunta 6, parte 3.	48

Listado de tablas

Tabla 1 - Distribución de consumos promedio.	12
Tabla 2 - Suministro de agua para sanitarios.	18
Tabla 3 - Normatividad vigente para sistemas de agua en Colombia	24
Tabla 4 - Población por grupos de edad Comuna n.º 16 Belén.....	31
Tabla 5 - Resultados pregunta 1, parte 1	33
Tabla 6 - Resultados pregunta 2, parte 1	34
Tabla 7 - Resultados pregunta 3, parte 1	35
Tabla 8 - Resultados pregunta 1, parte 2.....	36
Tabla 9 - Resultados pregunta 2, parte 2.....	37
Tabla 10 - Resultados pregunta 3, parte 2.....	38
Tabla 11 -Resultado pregunta 4, parte 2	39
Tabla 12- Resultado pregunta 5, parte 2	40
Tabla 13 - Resultado pregunta 6, parte 2	41
Tabla 14 - Resultado pregunta 7, parte 2	42
Tabla 15 - Resultado pregunta 1, parte 3	43
Tabla 16 - Resultado pregunta 2, parte 3	44
Tabla 17 - Resultado pregunta 3, parte 3	45
Tabla 18 - Resultado pregunta 4, parte 3	46
Tabla 19 - Resultado pregunta 5, parte 3	47
Tabla 20 - Resultado pregunta 6, parte 3	48

Resumen

Debido al acelerado crecimiento de las poblaciones y a la creciente escasez de agua en el planeta, se está haciendo del agua un recurso vital y cada vez máspreciado; por lo que se está creando poco a poco, la necesidad de reutilizar estepreciado líquido. Esta estrategia de reutilización es muy importante, porque se tendría una fuente de agua alterna que se podría utilizar en actividades cotidianas en los hogares, trayendo beneficios de ahorro en los costos del hogar y beneficios para el medio ambiente.

En esta investigación se estudia la factibilidad de diseñar una planta de tratamiento de agua, destinada a reutilizar el agua de lavado doméstico de casas unifamiliares de la ciudad de Medellín. Esta solución de reutilización del agua consiste básicamente en tomar el agua procedente de las lavadoras, almacenarla, tratarla y conducirla a los tanques de los sanitarios, para que sea reutilizada.

El estudio se realizará utilizando la investigación descriptiva, manejando como principal herramienta las encuestas, las cuales se aplicarán a posibles usuarios del proyecto de reutilización. Se espera definir con esta herramienta la cantidad de agua que se podría reutilizar en los hogares de Medellín y si estos hogares estarían dispuestos a implementar la solución de reutilización de agua propuesta.

También se realizará una revisión documental de proyectos similares, implementados o no, y de investigaciones que tengan como tema principal la reutilización del agua en viviendas urbanas.

Palabras claves: Agua, reutilizar, planta, tratamiento, lavadora, casas.

1 Situación problemática

En vista del incorrecto uso del agua en muchos hogares colombianos, el consumo de agua ha aumentado considerablemente, generando como consecuencia un impacto significativo sobre la economía de los hogares y sobre el medio ambiente. En muchas ocasiones cuando se realiza el lavado de la ropa, se observa que esta agua es vertida directamente al alcantarillado; sin embargo, surge la inquietud de que esta agua sobrante se pueda reutilizar en otras actividades, en las cuales no sea necesario utilizar agua potable. Partiendo de este hecho, es necesario realizar una investigación que lleve a solucionar en parte o totalmente la problemática planteada.

Es importante saber el por qué no existe la conciencia sobre el cuidado del medio ambiente, sobre todo con el cuidado del agua, siendo este un recurso tan importante para el ser humano. Por otra parte, con los avances tecnológicos de hoy en día, se pueden establecer esquemas de reutilización de agua de fácil aplicación, los cuales pueden ayudar a utilizar este recurso de la mejor manera.

A pesar de que Colombia cuenta con grandes fuentes de agua y reservas hídricas para el consumo humano, muchos de estas reservas tienen problemas de calidad, cuya causa principal de contaminación es el manejo irresponsable de los residuos domésticos e industriales; y con mayor impacto los residuos líquidos.

Según el Informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia, elaborado con apoyo de la Asociación Mundial del Agua y la Comisión Económica para América Latina (Cepal), las fuentes que contribuyen al deterioro del agua y al incremento constante de la contaminación en el país son diferentes, siendo los sectores agropecuario, industrial y doméstico los principales responsables, ya que en conjunto generan cerca de 9 mil toneladas de materia orgánica contaminante. (Beleño, 2011)

A raíz de esta situación, se pretende hacer un llamado a los usuarios, para que utilicen el líquido de manera responsable. En el sector industrial, se ha puesto en práctica la implementación de plantas de tratamiento de aguas residual industrial, que deben cumplir con “normas de vertimiento final” hacia las fuentes hídricas o hacia el sistema de alcantarillado.

En cuanto a los residuos líquidos generados por los hogares, no hay normativa alguna que controle estos vertimientos.

A continuación, se detallan algunos datos estadísticos del uso del agua en promedio en los hogares colombianos.

Cuatro metros cúbicos de agua, es lo que mensualmente gasta en promedio cada persona en sus actividades cotidianas. En una familia de 4 integrantes, el asunto es distinto porque el promedio de consumo es de 16 metros cúbicos mensuales

Dentro del hogar, actividades como el lavado de la ropa y el aseo personal, disparan el consumo de agua. En promedio se requieren 4,64 metros cúbicos para lavar la ropa de los integrantes del hogar, mientras que el aseo personal dentro de una familia requiere de 4 metros cúbicos.

A continuación, se presenta la tabla de distribución de consumos promedio en los hogares colombianos con un tope de 16 m³.

Tabla 1 - Distribución de consumos promedio.

Servicio	Porcentaje	m3
Lavado de ropa	29%	4,64
Aseo personal	25%	4
Servicio sanitario	22%	3,52
Cocina	18%	2,88
Lavados varios	2%	0,32
Riego jardines	4%	0,64

De la tabla 1, se puede concluir que, si se reutiliza el agua de lavado de ropa como abastecimiento del servicio sanitario, se ahorraría un 22% del consumo de agua en un hogar; esto representa un ahorro para las familias y menos uso del agua en los hogares, lo cual conlleva a una disminución de vertimientos contaminados hacia las fuentes hídricas y a los sistemas de alcantarillados. Vale la pena resaltar que un 22% representan 3,52 m3 para un hogar promedio; pero extrapolando a un millón de hogares, se tendrían 3,52 millones de m3/día y 1267,2 millones de m3/año; cifra muy importante a considerar.

Debido a esto, surgen las preguntas:

¿Se puede diseñar una planta de tratamiento de agua, destinada a reutilizar el agua de lavado doméstico de casas unifamiliares en Medellín?

¿Los hogares están dispuestos a implementar la solución planteada?

¿Se tomará conciencia de la importancia de reutilizar el agua?

2 Justificación

Actualmente el mundo se está viendo obligado a mirar hacia los cambios negativos en el planeta, los cuales se vienen presentando debido al agotamiento de los recursos naturales; casi todos los países desarrollados han establecido políticas y programas encaminados a hacer razonamiento y recuperación de estos recursos, por eso cobra importancia incentivar desde la ingeniería alternativas al alcance de todos, que lleven a mejorar el daño ya causado y a evitar más afectaciones al medio ambiente y en especial al recurso máspreciado con el que contamos, el agua potable.

Es cuando surge la necesidad de ofrecer un sistema de reutilización de aguas de lavado doméstico en los hogares de la ciudad de Medellín, que en principio pareciera que no marca la diferencia en un país de tercer mundo como Colombia, pero que puede ser el inicio en parte, de la solución al gran desperdicio de agua por parte de los medellinenses y de los colombianos.

Esta investigación pretende demostrar la factibilidad del diseño de una planta de tratamiento de agua, destinada a reutilizar el agua de lavado doméstico en casas unifamiliares en el barrio Belén Rincón de la ciudad de Medellín; con el fin, de que cada familia aporte a la recuperación del medio ambiente y a una disminución en el vertimiento de los desechos líquidos que se generan en los hogares. La implementación de este modelo aportará beneficios económicos al hogar, que se verán reflejados en la disminución en la facturación de los servicios públicos, en cuanto a cobro de acueducto y alcantarillado.

Se pretende que la población entienda el impacto ambiental que tendría la implementación de este modelo sobre el medio ambiente y sobre la economía, si demuestra la viabilidad de la investigación en desarrollo.

3 Objetivos

3.1 Objetivos generales

Realizar un estudio de factibilidad de la implementación de una planta de tratamiento, destinada a reutilizar el agua de lavado doméstico de casas del barrio Belén Rincón de la ciudad de Medellín.

3.2 Objetivos específicos

Identificar la población dentro de las casas unifamiliares que se puede beneficiar con el sistema de tratamiento destinado a reutilizar el agua de lavado doméstico.

Hacer una relación costo beneficio sobre un sistema de tratamiento para la reutilización de agua de lavado doméstico en los hogares del barrio belén rincón.

Establecer la disposición de los hogares del Barrio Belén Rincón de implementar el sistema de reutilización de aguas procedentes del lavado doméstico.

4 Marco teórico

4.1 EL agua en el Planeta Tierra

El agua dulce es un recurso finito, vital para el ser humano y esencial para el desarrollo social y económico. Sin embargo, a pesar de su importancia evidente para la vida del hombre, recién en las últimas décadas se empezó a tomar conciencia pública de su escasez y el riesgo cierto de una disminución global de las fuentes de agua dulce.

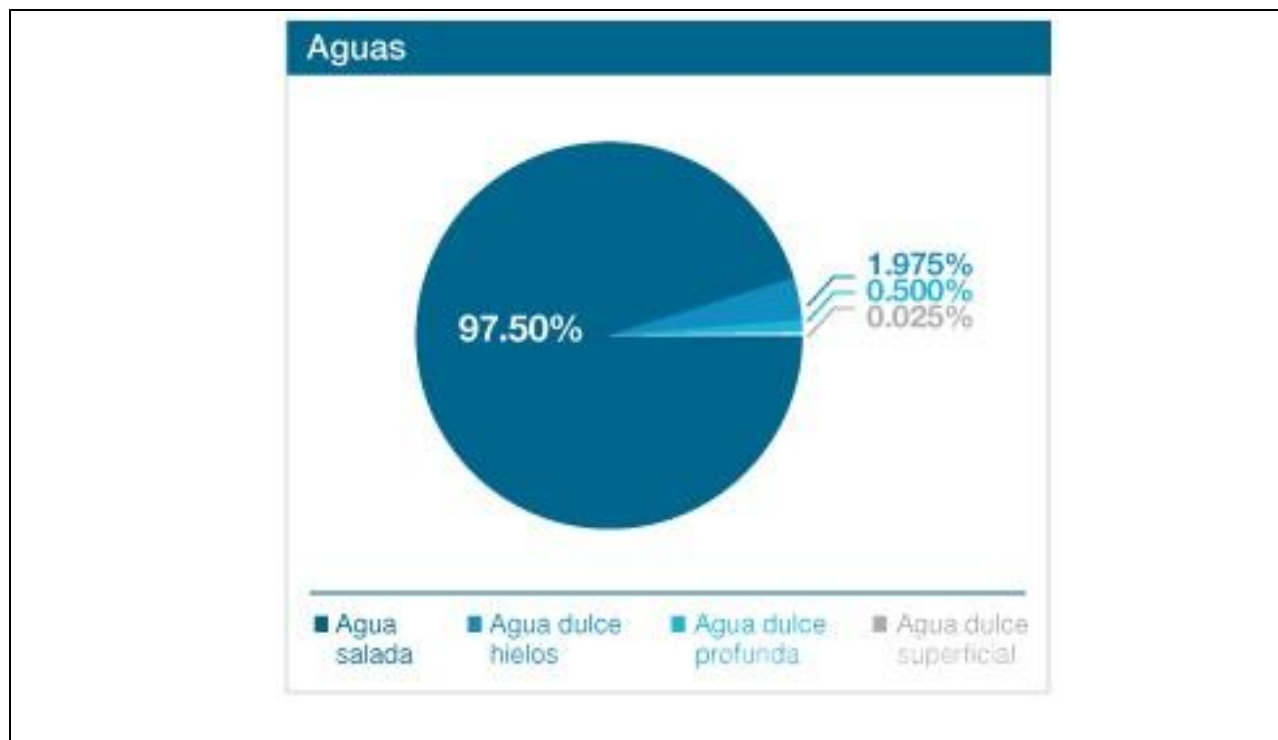


Figura 1. Distribución del agua en el planeta¹.

La superficie de agua sobre el planeta supera abundantemente a la continental y más del 70% corresponde a mares y océanos, pero esta abundancia es relativa. El 97,5% del total existente en el planeta es agua salada, mientras que solo el 2,5% restante es agua dulce.

Del porcentaje total de agua dulce casi el 79% se encuentra en forma de hielo permanente en los hielos polares y glaciares, por lo tanto, no está disponible para su uso. Del agua dulce en estado líquido, el 20% se encuentra en acuíferos de difícil acceso por el nivel de profundidad en el que se hallan (algunos casos superan los 2.000 metros bajo el nivel del mar). Sólo el 1% restante es agua dulce superficial de fácil acceso. Esto representa el 0,025% del agua del planeta.

¹ Imagen tomada de <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>



Figura 2. Ejemplo de comparación de la cantidad de agua en el planeta².

La renovación de las fuentes de agua dulce depende del proceso de evaporación y precipitación. El 80% de la evaporación global depende de los océanos y solo el 20% de las precipitaciones terminan en las zonas terrestres, alimentando lagos, ríos, y aguas subterráneas poco profundas, donde la renovación se da por infiltración³. Si bien el volumen de agua no ha cambiado en los últimos 30 mil años, estos recursos no son inagotables, ya que han sufrido un deterioro importante en la calidad, debido al crecimiento de la población y sus actividades relacionadas.

4.2 Desperdicio del agua en el Planeta Tierra

Ya es innegable el grave daño que han sufrido nuestros ecosistemas y el medio ambiente en general, tarde estamos comprendiendo que nuestros excesos están pasando cuenta y la seguirán

² Imagen tomada de <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>

³ Informe GEO América Latina y el Caribe” Perspectiva del Medio Ambiente 2003, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Costa Rica, octubre 2003.

pasando en los años venideros, los grandes desastres naturales que nos golpean son una irrefutable muestra de esto; estamos acabando con nuestras fuentes hídricas, los ríos y lagos están siendo fuertemente afectados a nivel mundial y Colombia no se queda atrás, los ríos y quebradas, especialmente por causa de la minería legal e ilegal, en departamentos como Chocó, Antioquia y Cauca por mencionar sólo algunos, están devastados a tal medida que la naturaleza se tardará décadas en recuperarlos.

El agua de consumo humano se desperdicia durante su transporte hacia los hogares, en un 78% de los casos, por fugas, rupturas y falta de mantenimiento de las redes de acueductos; el 22% restante tiene su origen en fallas en la medición y facturación de los consumos. El mayor consumo y a la vez el desperdicio del agua en las ciudades ocurre en nuestras casas en donde se llegan a consumir hasta 350 litros por persona por día, cuando el consumo recomendado es de 110 litros, según los ambientalistas y expertos en el tema.

Concientizar a la población de las ciudades, de que el cambio de mentalidad comienza desde sus hogares y no desde otras fuentes, como el gobierno; que debemos todos reflexionar sobre que estamos haciendo por conservar el medio ambiente y que se haga consciencia de uno de los problemas más grandes que tiene la humanidad que es el desperdicio de un fluido vital para la vida en este planeta⁴.

En Colombia se están implantando nuevas medidas que permiten afrontar de cierta manera el desperdicio de agua potable, una de esas son diseños en sanitarios que permiten considerar menores valores de desperdicio. Un ejemplo es el suministro para el funcionamiento de los sanitarios. El consumo de agua de cada descarga depende del modelo ofrecido por los fabricantes, los más comerciales varían entre 13.2L (3.5 gal) y 19L (5 gal); aunque existen

⁴ Tomado de Desperdicio indiscriminado del agua en el hogar de José Carlos Jiménez Landa.
http://www.academia.edu/16585246/DESPERDICIO_INDISCRIMINADO_DEL_AGUA_EN_EL_HOGAR

algunos que ofrecen un consumo de 1.9L (0.5 gal).

Las duchas antiguas pueden llegar a distribuir 7.8 galones por minuto, los cabezales más contemporáneos han disminuido del flujo y consumen 2.5 galones de agua en el mismo minuto; manteniendo una presión considerablemente igual a la de flujo alto. A partir de 1995, los inodoros tuvieron un cambio en el diseño con el fin de ahorrar agua, este rediseño consideró una evacuación de 1.6 galones de agua.

Tabla 2 - Suministro de agua para sanitarios⁵.

Descripción	Tanque	Micro tanque	Fluxómetro
Suministro			
Duración	60s	7s	9s
Caudal	5g p m	6g p m	27g p m
Evacuación			
Duración	13s	1.5s	13s
Caudal	18 g p m	25 g p m	18 g p m

4.3 Consumo del agua en el mundo

En países como Estados Unidos, China e India, el agua subterránea se consume más rápido de lo que se repone y la cantidad de agua subterránea continúa disminuyendo. Algunos ríos, como el Colorado al oeste de Estados Unidos y el Amarillo en China, se secan antes de llegar al mar.

Datos obtenidos de La Organización de las Naciones Unidas señala que cada persona necesita un mínimo de 50 litros diarios de agua que equivale a 18,250 litros al año; siendo esto en condiciones normales de clima y salud, esta agua se utiliza para beber, higiene personal y en la

⁵ GRANADOS ROBAYO, J A Redes Hidráulicas y Sanitarias en Edificios. 1 ed. Bogotá: Editorial Unibiblos, 2002. p.16. ISBN 958-701-097-3

preparación de alimentos.

En el tercer mundo, 10 litros de agua es el promedio diario para beber, higiene personal y en la preparación de alimentos de una persona; en el Reino Unido, 10 litros de agua son los que se van, cuando se vacía la cisterna del inodoro. Las mujeres en África y en Asia cargan un promedio de 20 kilogramos de agua durante seis kilómetros cada día.

Se destaca que, en reportes realizados por la UNESCO, indican que la cantidad disponible de agua próximamente decrecerá alrededor de un 30%. Teóricamente hay agua suficiente para 20 mil millones de habitantes, pero en las ciudades de los países pobres el 70% de pobres no tienen agua potable.

4.4 Consumo del Agua en Colombia

A pesar de que se están tomando medidas para proteger los recursos hídricos y garantizar la subsistencia de estos; recientes estudios demuestran que no se ha llegado a los resultados esperados y que por el contrario la disponibilidad de agua per cápita ha disminuido debido a varios factores entre ellos el aumento de población.

El consumo básico de agua potable en Colombia es de 16 m³ /vivienda-mes, equivalente a 133 litros/habitante -día. El consumo promedio de los hogares urbanos con servicio de agua potable es de 200 litros/habitante -día y de 120 litros/habitante-día para los rurales. Estas cifras superan el volumen de 80 litros mínimo necesario para la calidad de vida razonable. (Ojeda B, 2000)

Dos problemas enfrentan el agua potable:

- Grandes pérdidas en su distribución
- La deficiente calidad.

Las estadísticas muestran serios problemas en la administración del agua potable captada y no

contabilizada, pues en 1995 se registraban considerables niveles de pérdidas de agua potable en las seis ciudades principales del país: Bogotá con 36%, Medellín 34%, Cali 33%, Barranquilla 47%, Bucaramanga 30% y Cartagena con el 54% del agua no facturada en relación con la captada. (Ojeda B, 2000)

A continuación se presentan los diferentes tipos de demanda y usos del agua considerados por el IDEAM en miles de m³ por año. (Ministerio del Medio Ambiente (IDEAM))

Demanda	Nivel urbano D1		Nivel municipal D2	
	Volumen (miles de m ³)	Participación (%)	Volumen (miles de m ³)	Participación (%)
Habitantes urbanos (DHU)	1.867.650	91,46	1.867.650	34,10
Habitantes rurales (DHR)			534.368	9,80
Pecuaría (DP)			524.125	9,60
Riego pequeña (DRP)			354.248	6,50
Servicios (DS)	64.678	3,17	64.678	1,20
Industria urbana (DIU)	109.558	5,37	109.558	2,00
Gran irrigación (DRG)			1.757.771	32,20
Gran industria (DIG)			249.176	4,6
Demanda total	2.041.886	100	5.461.574	100
Demanda para 2015	7.823.314			
Demanda para 2025	10.114.007			

Demanda de agua por diversos conceptos para el 2000 (miles de m³)

D1: Demanda urbana por población, servicios e industria urbana
D2: Demanda por población urbana y rural, grandes consumidores industriales, servicios, pecuaría, distritos de riego grandes y pequeños
D1= DVU+DS+DIU
D2= D1+ DR+DP + DRP + DRG + DIG

Figura 3. Tipos de demanda y usos del agua (IDEAM).

4.5 Reusó y aprovechamiento del agua

De forma natural el planeta tierra ha reciclado y reutilizado el agua durante millones de años mediante el ciclo hidrológico. En el siguiente grafico se muestra el ciclo hidrológico.



Figura 4. Ciclo hidrológico del agua⁶.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su documento “WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater” relaciona los Objetivos de Desarrollo del Milenio con la reutilización del agua. Considera la reutilización del agua como un recurso estratégico y de especial valor en zonas donde existe estrés hídrico, siempre y cuando se asegure la salud pública y la protección del medio ambiente⁷.

Actualmente se busca desarrollar mecanismos y técnicas que nos permitan reutilizar el agua, aunque es necesario encontrar la tecnología apropiada que alcance el nivel de eficiencia requerido, es posible, en la mayoría de los casos, encontrar esquemas de tratamiento orientados al reúso que sean rentables, en los cuales se logren ahorros considerables por un menor consumo de agua potable. En la medida que la tecnología avance y los precios reales del agua se

⁶ Imagen tomada de <https://co.pinterest.com/pin/52846995605256615/>

⁷ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2007

incrementen con el tiempo, el esquema de reutilización se volverá cada vez más atractivo, según (García Orozco, 1982).

Cabe tener en cuenta, que al utilizar una técnica o proceso el cual nos permita reutilizar el agua, al inicio se convierte en un gasto, pero al pasar el tiempo se convierte en una inversión, dado que nos permite acondicionar cierta cantidad de agua y devolverla a su etapa productiva.

Esto trae consigo una cadena de ahorros derivados de varios hechos: primero, por estar consumiendo menos agua del servicio municipal; segundo, por disminuir el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua); tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y por último, por la posibilidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios (García Orozco, 1982).

A nivel mundial China ocupa el primer lugar en la reutilización del agua total, por ejemplo, mientras que Qatar ocupa el primer lugar en la reutilización de agua per cápita, Kuwait ocupó el primer lugar a nivel mundial en cuanto a porcentaje del total de agua reutilizada, su valor es 35,2%. Estados Unidos ocupa el primer lugar en el volumen total de agua residual tratada reutilizada, siendo dicho volumen de 7,6 millones de metros cúbicos por día. (RWL Water News Team, 2013).

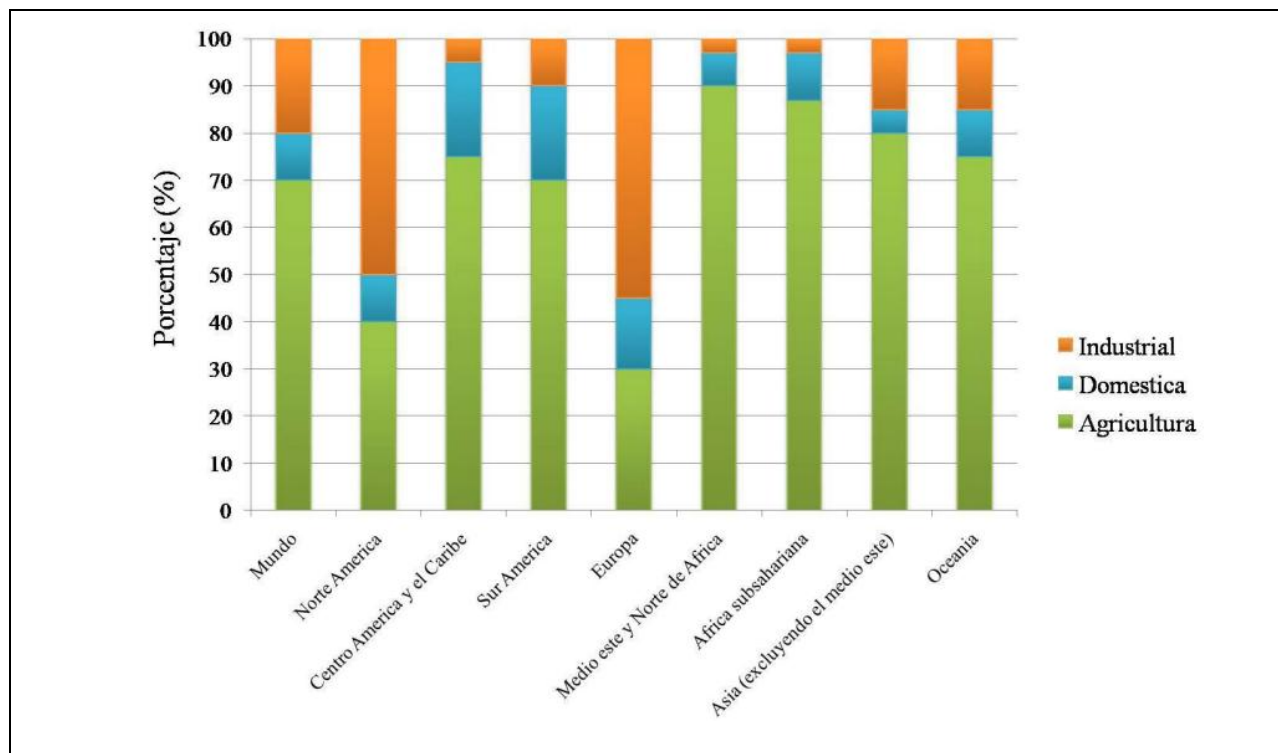


Figura 5. Uso del agua a nivel mundial⁸.

4.6 Calidad del agua

Uno de los aspectos más importantes en el reuso del agua son los requisitos mínimos de calidad que deben tener las aguas que se van a reutilizar, con el fin de garantizar que microorganismos patógenos presentes en estas no puedan entrar en contacto con las personas.

El rápido avance en el desarrollo de las tecnologías de regeneración de las aguas y el importante aumento del número de sistemas de reutilización, tanto en el ámbito nacional como internacional, permiten garantizar una calidad del agua sin riesgos para el medio ambiente y la salud pública. En consecuencia, las inversiones en infraestructuras de reutilización se hacen cada vez más rentables y los precios de obtención del metro cúbico de agua regenerada disminuyen.

Los parámetros que siempre hay que controlar son: Nematodos intestinales, Escherichiacoli,

⁸ Imagen tomada de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Usos-eficiente-y-ahorro-del-agua/Presentaci%C3%B3n_Re%C3%BAso_2016.pdf

sólidos en suspensión y turbidez. Los dos primeros como indicadores microbiológicos y los otros dos como físico-químicos. (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO , 2007)

Dependiendo del tipo de tratamiento final al que se hayan sometido las aguas y el uso al que van a ir destinadas en su reutilización, se utilizarán procesos con sistemas complementarios de depuración y desinfección. Para el caso de esta investigación, se proyecta utilizar un tratamiento con algún tipo de filtración y sedimentación de sólidos y, por último, aplicar una pequeña dosis de hipoclorito sódico para la desinfección, con el objetivo de asegurar la calidad del efluente regenerado hasta el punto de entrega al usuario, con la que se asegura la eliminación total de riesgos microbiológicos.

4.7 Normatividad

El marco normativo aplicable a las acciones realizadas durante la ejecución del proyecto está originado y fundamentado básicamente en las siguientes normas vigentes que se rigen en Colombia y se mencionan en la tabla 3.

Tabla 3 - Normatividad vigente para sistemas de agua en Colombia

Norma	Año	Descripción
ICONTEC 1500	2004	Establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de almacenamiento de agua potable; sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias; sistemas de ventilación; y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas.
RAS (Reglamento técnico del sector de agua potable)	2000	Tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias.

Decreto 3930	2010	Tiene por objeto permitir el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país.
--------------	------	---

5 Metodología

5.1 Diseño metodológico del proyecto

Según el planteamiento para realizar esta investigación que se caracteriza por la aplicación de conocimientos que se han adquirido alrededor de un proceso educativo y de la observación del entorno, y se encuentra ligada a una investigación básica descriptiva cimentada dentro del diario vivir, tanto lo observado en nuestro propio entorno y sustentado por nuestro conocimiento obtenido a través de la experiencia, ya que todo el proceso de aplicación no se puede dar sin un previo aspecto teórico en esta caso incluye lo práctico. La metodología a seguir en el proceso del desarrollo es secuencial, es decir será un proceso consecutivo, en el cual las actividades a desarrollar en la mayoría de los casos estarán directamente ligadas a la inmediatamente anterior.

5.1.1 Descripción general del proceso de investigación.

Con el fin de desarrollar los objetivos específicos del proyecto, los cuales apuntan hacia un objetivo general de carácter diagnóstico; se elige el tipo de investigación descriptiva como metodología general. El presente trabajo investigativo se ajusta adecuadamente a un estudio de carácter preferentemente descriptivo; por lo que se utilizan técnicas como la encuesta, la entrevista y la revisión documental, como medios para alcanzar el objetivo de la investigación.

Ya definido el tipo de investigación a utilizar, la investigación se desarrolla bajo las siguientes actividades:

- Elaboración e implementación de encuestas en la población de interés.

- Realizar algunas entrevistas a personas en la población de interés.
- Revisión documental sobre la reutilización del agua de lavado doméstico a nivel urbano;

especialmente en Colombia.

- Desarrollo de los objetivos específicos en base a la información recopilada.
- Conclusiones y recomendaciones, como consecuencia de la investigación.

Se considera que la revisión documental es un punto crítico para el eficiente desarrollo del proyecto; ya que en esta actividad se deben escoger acertadamente las fuentes bibliográficas a revisar, con el objetivo de obtener el mayor beneficio de la información generada por otros autores.

5.1.2 Tipo de investigación.

El tipo de investigación en el presente trabajo es de carácter descriptivo.

5.1.3 Fuentes de investigación.

Esta investigación se relaciona con las personas que podrían implementar en un futuro un sistema de tratamiento para reutilizar el agua de lavado doméstico; por lo tanto, la población muestra de la investigación se considera como una fuente primaria, ya que esta brinda una información directa sobre la investigación, por medio de encuestas y entrevistas.

Además; como se tiene proyectado realizar una revisión documental, según su origen las fuentes pueden ser libros, medios digitales, como páginas de internet o publicaciones digitales de otras universidades y bases de datos en general.

5.1.4 Técnicas de investigación

Con el fin de dar un desarrollo eficaz, las técnicas de investigación usadas en esta monografía son principalmente:

- Entrevistas simples; como técnica de investigación cualitativa.
- Encuestas; como técnica de investigación cuantitativa.
- La revisión documental; como otra técnica de investigación.

5.1.5 Plan de acción.

Los objetivos específicos de la investigación se alcanzarán, mediante el desarrollo de las actividades del siguiente plan de acción.

Plan de acción				
Objetivo	Actividades	Fuentes	Técnicas	Resultados
Identificar la población dentro de las 10 casas unifamiliares que se puede beneficiar con el sistema de tratamiento destinado a reutilizar el agua de lavado doméstico.	Identificar la información a recolectar	Objetivo de la investigación	Revisión documental	Población que se beneficiara con el sistema
	Elaborar formato de encuesta	Paginas web	Revisión documental	
	Recolectar la información	Población de la muestra	Encuestas y entrevistas	
	Procesar la información	Investigadores	Revisión documental	
	Análisis de la información	Investigadores	Revisión documental	
Hacer una relación costo beneficio sobre un sistema de tratamiento para la reutilización de agua de lavado doméstico en 10 hogares del barrio belén rincón	Identificar beneficios de implementar el sistema	Libros, investigaciones, etc.	Revisión documental	Relación costo beneficio al implementar el sistema
	Identificar cantidad de agua utilizada en lavado	Población de la muestra	Encuestas y entrevistas	
	Identificar formas de reutilizar el agua	Libros, investigaciones, etc.	Revisión documental	
	Determinar costos de ahorro al reutilizar el agua	Población de la muestra	Encuestas y entrevistas	
	Determinar costos para implementar el sistema	Documentación de sistemas existentes	Revisión documental	
Establecer la disposición de los 10 hogares del Barrio Belén Rincón de implementar el sistema de reutilización de aguas procedentes del lavado doméstico.	Identificar la información a recolectar	Objetivo de la investigación	Revisión documental	Disposición de la población para implementar el sistema
	Elaborar formato de encuesta	Paginas web	Revisión documental	
	Recolectar la información	Población de la muestra	Encuestas y entrevistas	
	Procesar la información	Investigadores	Revisión documental	
	Análisis de la información	Investigadores	Revisión documental	

Figura 6. Plan de acción para ejecutar la investigación.

5.1.6 Cronograma.

Una vez elaborado el plan de acción a implementar, las actividades de este plan son enlazadas dentro del cronograma general del proyecto; obteniendo el diagrama de Gantt de la investigación.

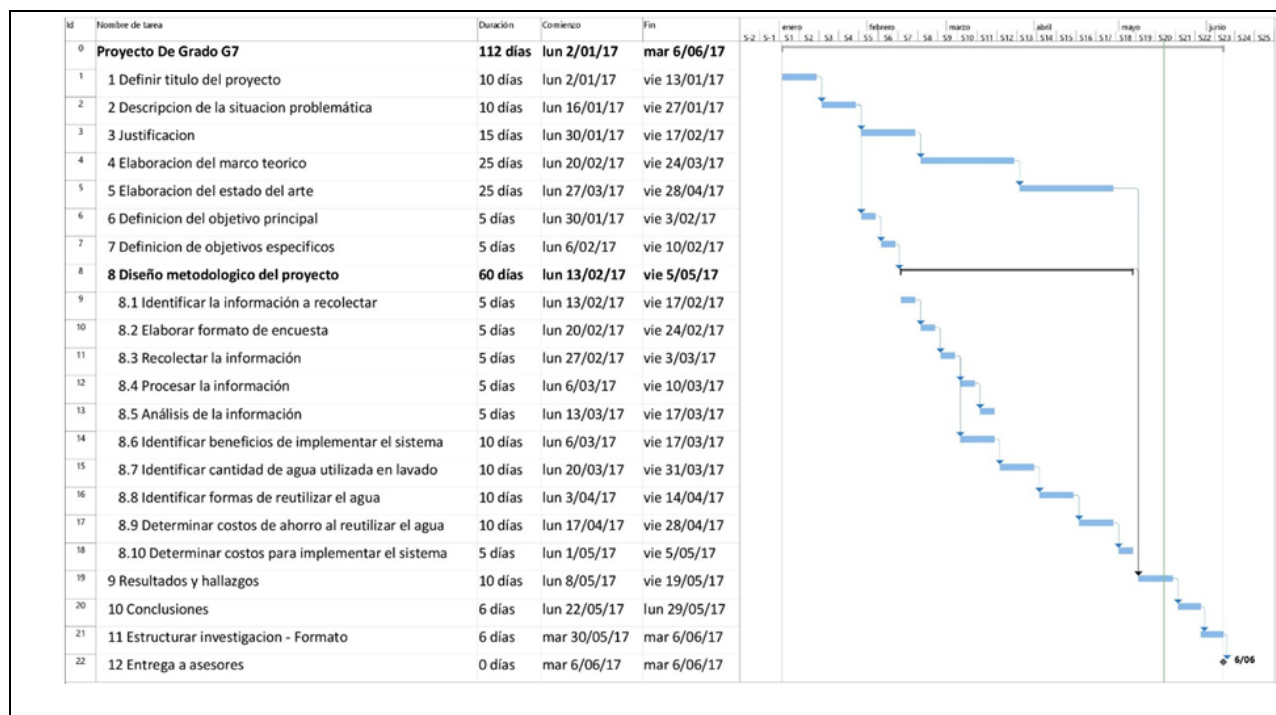


Figura 7. Cronograma general de la investigación.

El cronograma se puede observar con más detalle en el anexo 9.2.

5.2 Desarrollo metodológico del proyecto

El desarrollo de esta investigación está basado en datos estadísticos vigentes sobre el consumo de agua residencial en Colombia y se encuentra enfocada especialmente en ciudades con altitud promedio entre los 1000 y 2000 msnm; ya que en este rango se encuentra la ciudad de Medellín. Además, los datos estadísticos utilizados se centraron sobre el estrato 3; debido a que la población muestreada en esta investigación se sitúa en este estrato socioeconómico.

Según los estudios realizados por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento

Básico (CRA), en la resolución CRA 750 DE 2016 (08 de febrero de 2016) se define el valor del consumo de agua potable que satisface las necesidades esenciales de una familia; consumo básico. Lo anterior con el fin de contribuir al uso eficiente, ahorro del agua y se desestime su uso irracional.

De esta manera la CRA publica la siguiente tabla.

	Consumo básico (m ³ /suscriptor/mes)			
	01 de mayo de 2016	01 de enero de 2017	01 de julio de 2017	01 de enero de 2018
Ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2000 msnm	17	15	13	11
Ciudades y municipios con altitud promedio entre 1000 y 2000 msnm	18	16	14	13
Ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1000 msnm	19	18	17	16

Figura 8. Rangos de consumo básico, en función de la altura sobre el nivel del mar de las ciudades y municipios (CRA).

De la tabla anterior se observa que, para la ciudad de Medellín se tiene un consumo básico de 16 m³ para el primer semestre de 2017.

Por otra parte; el Departamento De Planeación Nacional (DPN), realizó hace varios años una encuesta con el fin de determinar el uso que hace la población colombiana con el agua del consumo básico; encontrando que los “hábitos esenciales” de una familia, en donde se gasta el 91% del consumo básicos son: ducha, lavado de ropas, sanitario, lavado de platos, aseo de la vivienda, consumo propio y lavado de manos. La encuesta mencionada anteriormente, determino que el uso del agua de consumo básico en las viviendas, se resume en la siguiente figura:

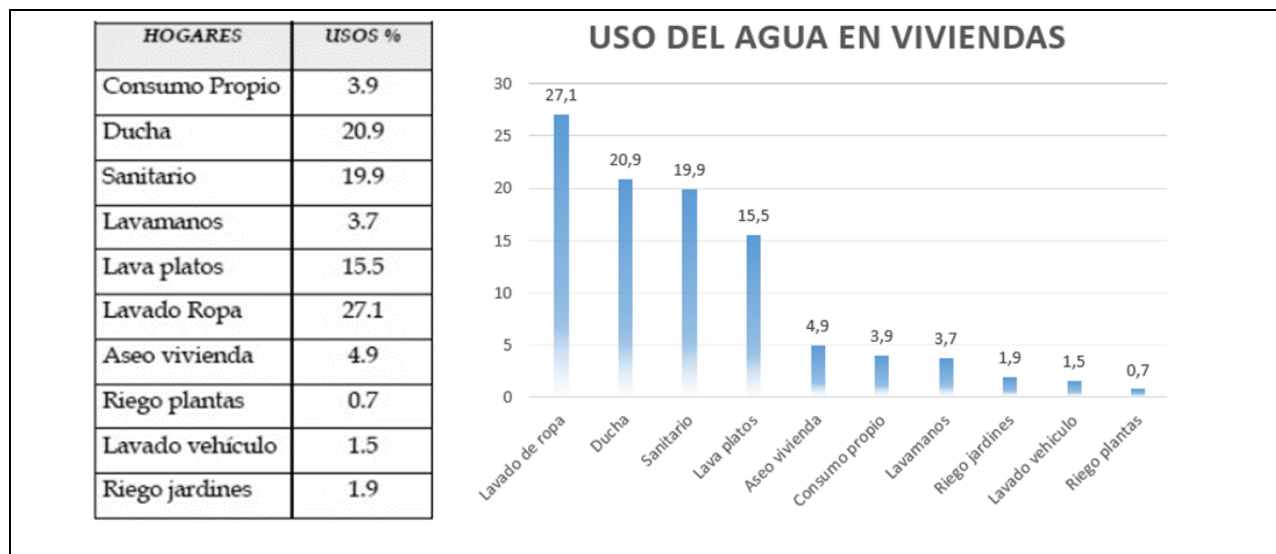


Figura 9. Consumo de agua en viviendas.

Buscando cumplir el objetivo de esta investigación se puede observar que, del agua consumida en los hogares, el 27,1% corresponde a lavado de ropa, a esta agua residual se le puede realizar un método de tratabilidad con la finalidad de utilizarla nuevamente en el hogar.

Por otra parte, se evidencia que el agua utilizada en los sanitarios es del 19.9% y para el aseo de la vivienda es de un 4,9%; ambas suman un 24,8%.

De esta manera, suprimiendo el consumo de agua utilizada en los sanitarios y en el aseo de la vivienda, solo se consumiría el 75,2% del agua del consumo básico; generando un ahorro aproximadamente del 25% del consumo mensual. Lo anterior se logra tratando el agua residual proveniente del lavado de ropa, con el fin de reutilizarla.

En el presente trabajo, se ha realizado una encuesta, en la que se empleó un muestreo aleatorio simple, para la muestra calculada en los hogares residenciales del barrio Belén Rincón de la ciudad de Medellín; este tipo de muestreo permite que cualquier hogar dentro de la población pueda ser elegido a encuestar.

Una vez realizadas las encuestas, los datos recolectados se analizan estadísticamente.

5.2.1 Población y muestra de la investigación.

En el caso de esta investigación primeramente se definió la población que se iban a estudiar, en este caso la Población del barrio Belén. La Comuna n.º 16 Belén es una de las 16 comunas de la ciudad de Medellín, capital del Departamento de Antioquia. Está localizada en la zona suroccidental de la ciudad.

De acuerdo con las cifras presentadas por el Perfil Sociodemográfico 2005 – 2015 Comuna 16 Belén⁹; cuenta con una población de 196.694 habitantes, de los cuales 90.108 son hombres y 106.586 son mujeres. Como puede observarse en el cuadro, la mayoría de la población está por debajo de los 39 años (52%) del cual el mayor porcentaje lo aporta la población adulta joven (36.9%) con rango de edad de 15 a 39 años. Sólo un 12.4 % representa a los habitantes mayores de 65 años es decir la población de la tercera edad. Esta población es escogida para analizar la conciencia que tiene la población joven sobre el cuidado del agua y su reutilización.

Tabla 4 - Población por grupos de edad Comuna n.º 16 Belén

Rango de edad	Nº de habitantes	Porcentaje
0 -14	27.920	14.2%
15 - 39	72.570	36.9%
40 - 64	71.818	36.5%
65 y mas	24.386	12.4%
Total	196.694	100%

La muestra representativa para la población de estudio se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha}^2 p(1-p)}{d^2}$$

⁹ Resultados Convenio Interadministrativo DANE-Municipio de Medellín

Esta ecuación es utilizada para calcular el tamaño de muestra, en el caso de que la población sea infinita, o, en términos prácticos, muy grande, (Camacho-Sandoval, 2008). En donde n_0 es el tamaño de muestra para una población infinita, Z_α es un valor asociado al nivel de confianza y d es el error máximo permitido.

La muestra se calcula utilizando la calculadora electrónica proporcionada por la empresa “The Survey System”. Esta calculadora de tamaño de muestra se presenta como un servicio público del software de investigación de Creative Research Systems; el cual puede usarse para determinar cuántas personas se necesitan entrevistar para obtener resultados que reflejen la población objetivo tan precisamente como sea necesario.

Los valores ingresados en la calculadora electrónica son: nivel de confianza, intervalo de confianza y tamaño de la población. En la figura 10, se observan los resultados obtenidos de la calculadora electrónica; el cual dice que, para una población de 196.694 personas, se deben entrevistar 24 personas, que sería el tamaño de la muestra.

Field	Value
Confidence Level	95%
Confidence Interval	20
Population	196694
Sample size needed	24

Field	Value
Confidence Level	95%
Sample Size	24
Population	196694
Percentage	50
Confidence Interval	20

Figura 10. Calculo del tamaño de la muestra.

5.2.2 Análisis estadístico aplicado a las encuestas.

A continuación, se presentan las tablas y gráficos que corresponden a la información recolectada en las encuestas realizadas para la investigación, cada tabla de información se realizó con su respectivo grafico para observar la tendencia de las respuestas obtenidas y así simplificar

el análisis de los resultados.

Parte 1. Generales.

Pregunta 1 ¿Sabe usted que son las aguas residuales en una vivienda?

Tabla 5 - Resultados pregunta 1, parte 1

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	18	75%
No	6	25%
Total	24	100%

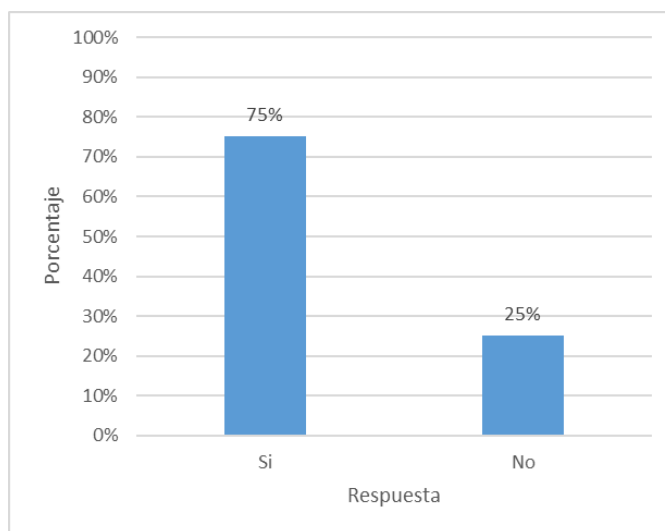


Figura 11. Interpretación gráfica de la pregunta 1, parte 1.

De las 24 personas entrevistadas, el 75% de los encuestados sabe que son las aguas residuales en una vivienda y el 25% desconoce el término.

Pregunta 2. ¿Sabe usted que es un sistema de tratamiento de aguas residuales y para qué sirve?

Tabla 6 - Resultados pregunta 2, parte 1

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	10	42%
No	14	58%
Total	24	100%

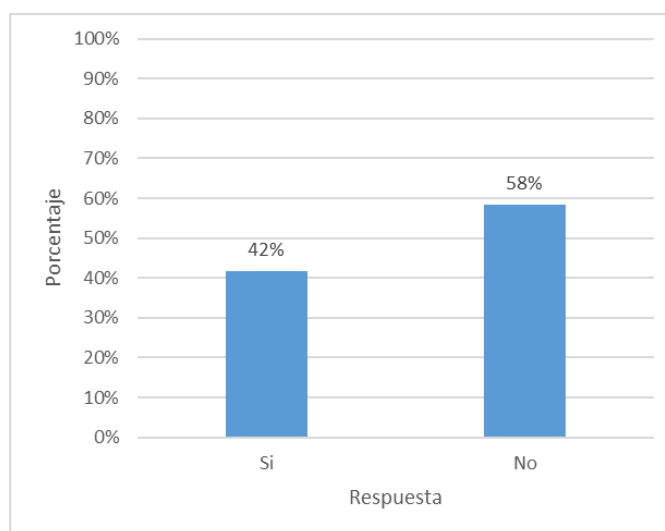


Figura 12. Interpretación gráfica de la pregunta 2, parte 1.

De la muestra investigada, el 42% tiene algún conocimiento sobre lo que es un sistema de tratamiento de aguas residuales y para qué sirve; mientras que el 58% no tiene ningún conocimiento sobre el tema.

Pregunta 3. ¿Sabe usted si las aguas residuales pueden ser reutilizadas?

Tabla 7 - Resultados pregunta 3, parte 1

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	4	17%
No	20	83%
Total	24	100%

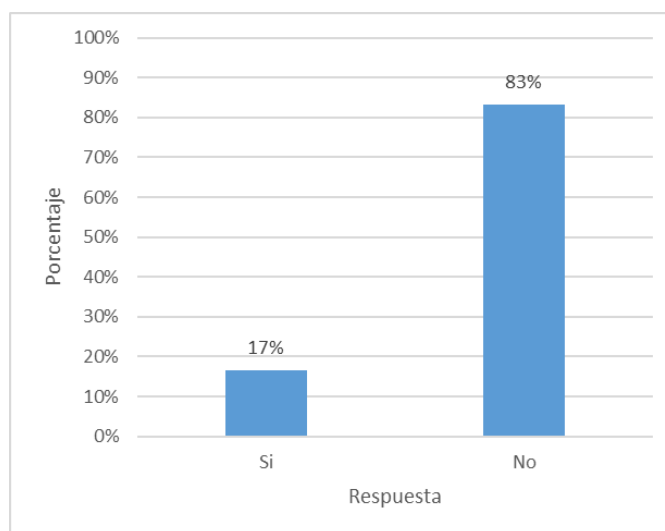


Figura 13. Interpretación gráfica de la pregunta 3, parte 1.

De las personas encuestadas, solo el 17% sabe que las aguas residuales pueden reutilizarse; por la otra parte, el 83% de los entrevistados cree que las aguas residuales no pueden ser usadas nuevamente.

Parte II: Ambiental

Pregunta 1. ¿De qué forma se abastece de agua potable?

Tabla 8 - Resultados pregunta 1, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Red publica	20	83%
Compartida	3	13%
No sabe	1	4%
Total	24	100%

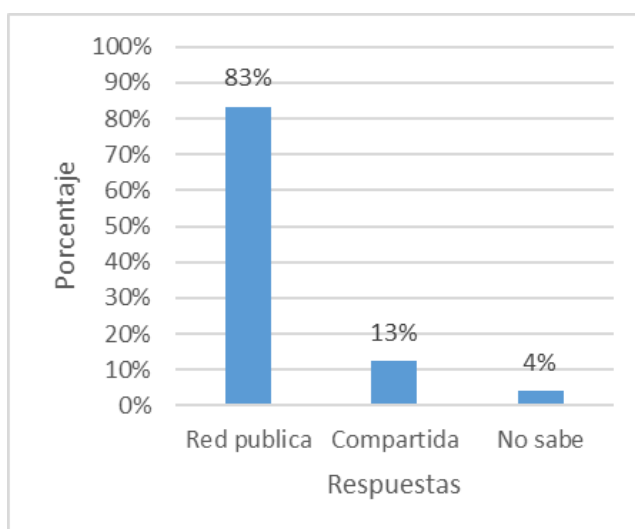


Figura 14. Interpretación gráfica de la pregunta 1, parte 2.

De las 24 personas entrevistadas, el 83% de los encuestados sabe que se abastece de agua potable de la red pública, el 13% de la muestra tiene el servicio de agua potable compartido con algún vecino o familiar y el 4% no tiene conocimiento de cómo le llega el agua potable a la vivienda.

Pregunta 2. ¿Tiene alguna forma para ahorrar agua?

Tabla 9 - Resultados pregunta 2, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	5	21%
No	19	79%
Total	24	100%

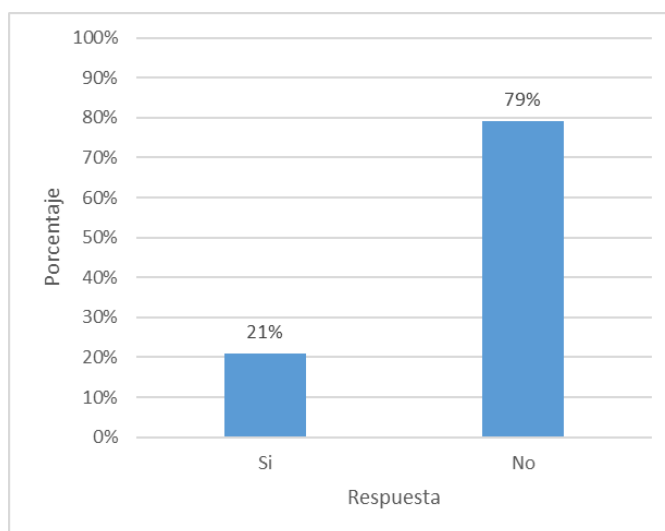


Figura 15. Interpretación gráfica de la pregunta 2, parte 2.

De la muestra investigada; solo el 21% tiene alguna forma de ahorrar agua; el 79% restante de la muestra no utiliza ningún método para ahorrar agua.

Pregunta 3. Lo motivaría a usted ahorrar agua por:

Tabla 10 - Resultados pregunta 3, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Cuida las fuente hídricas	4	17%
Escases de agua en un futuro	3	13%
Disminuir costos en su factura de servicios públicos	13	54%
Conciencia ciudadana	4	17%
Total	24	100%

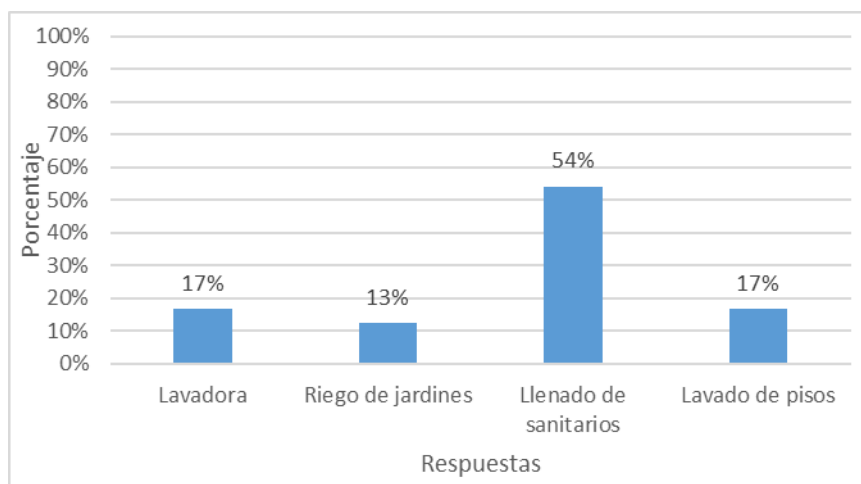


Figura 16. Interpretación gráfica de la pregunta 3, parte 2.

La población de la muestra, se motivaría a ahorrar agua por cuidar las fuentes hídricas un 17%, por escases de agua en el futuro un 13%, por disminuir costos en la factura de servicios públicos un 54% y por conciencia ciudadana un 17%.

Pregunta 4. ¿Usted sabe en qué unidades se mide el consumo de agua en el hogar?

Tabla 11 -Resultado pregunta 4, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Litros	2	9%
Metros cúbicos	19	83%
Galones	0	0%
No sabe	2	9%
Total	23	100%

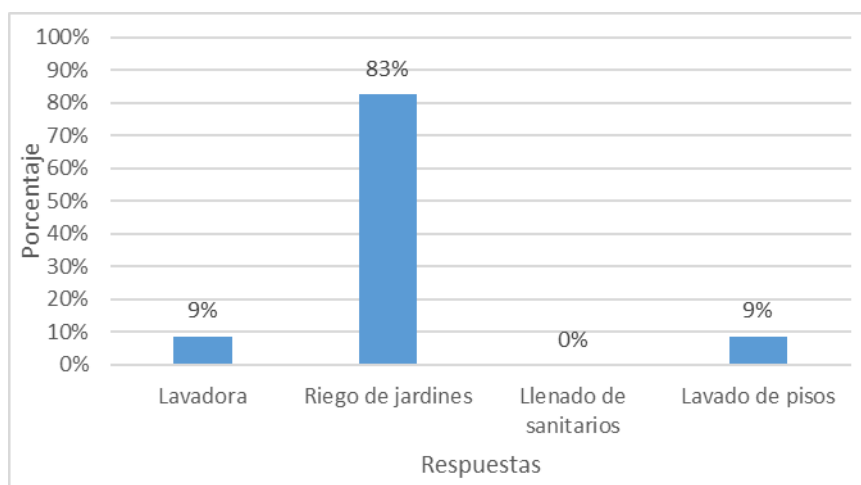


Figura 17. Interpretación gráfica de la pregunta 4, parte 2.

De las personas entrevistadas, el 9% asegura que el consumo de agua en el hogar se mide en litros, el 83% asegura que se mide en metros cúbicos y el 9% contesta que no sabe.

Pregunta 5. ¿Usted sabe que cantidad de agua que se gasta en un mes en el hogar?

Tabla 12- Resultado pregunta 5, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	21	88%
No	3	13%
Total	24	100%

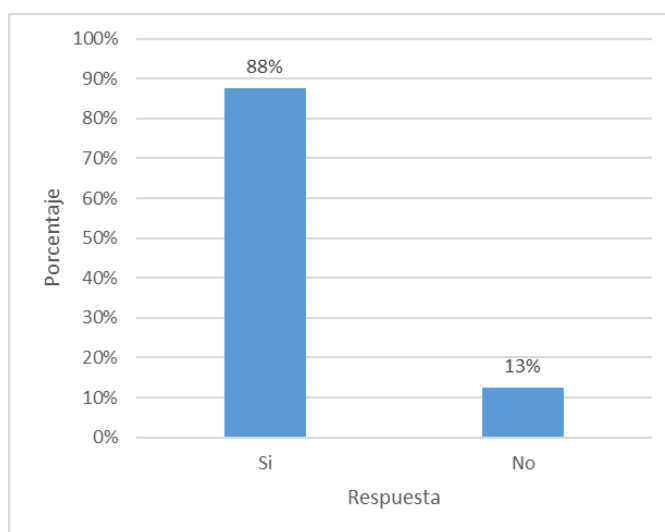


Figura 18. Interpretación gráfica de la pregunta 5, parte 2.

De la muestra seleccionada, el 83% conoce la cantidad de agua que gastan en un mes en el hogar; el 13% no lo sabe o no se preocupa por el valor.

Pregunta 6. ¿Usted estaría dispuesto a reutilizar las aguas residuales en el hogar?

Tabla 13 - Resultado pregunta 6, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	19	79%
No	5	21%
Total	24	100%

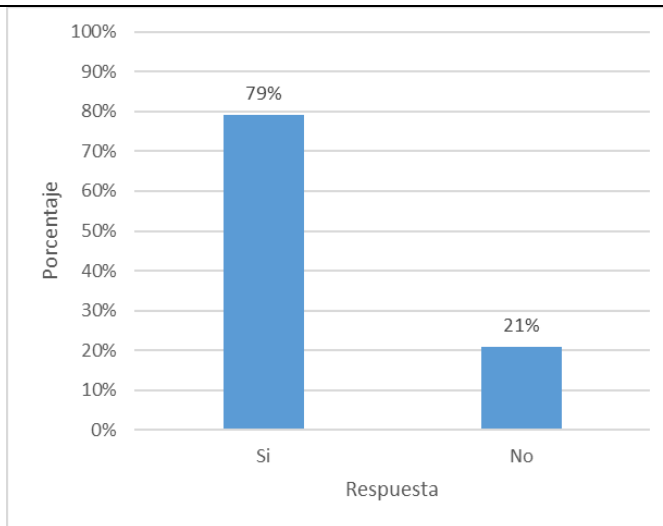


Figura 19. Interpretación gráfica de la pregunta 6, parte 2.

De la muestra investigada, el 79% estaría dispuesto a reutilizar las aguas residuales en el hogar; el 21% no estaría dispuesto a hacerlo.

Pregunta 7. ¿De qué manera reutilizaría el agua en el hogar?

Tabla 14 - Resultado pregunta 7, parte 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Lavadora	1	4%
Riego de jardines	2	8%
Llenado de sanitarios	10	42%
Lavado de pisos	11	46%
Total	24	100%

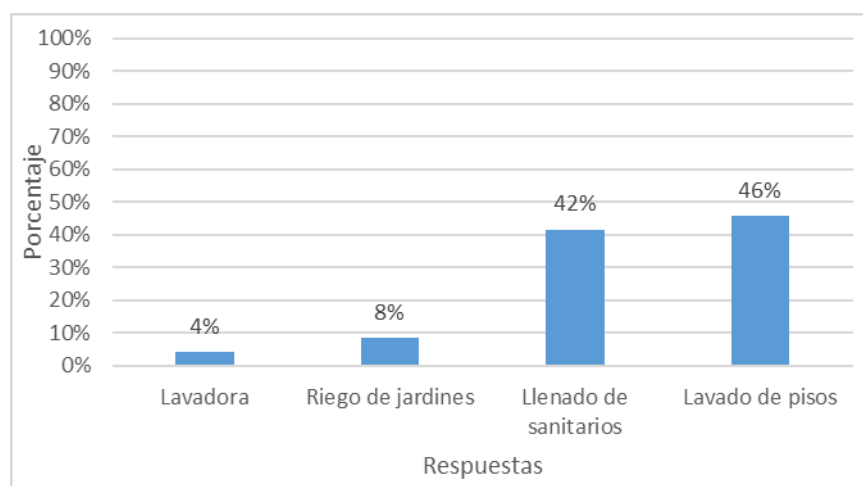


Figura 20. Interpretación gráfica de la pregunta 7, parte 2.

De las personas entrevistadas, el 4% reutilizaría el agua en el hogar en actividades de lavado de ropa, el 8% en riego de jardines, el 42% en el llenado de sanitarios y el 46 la reutilizaría para el lavado de pisos.

Parte III: Económico

Pregunta 1. ¿Sabe usted cuando dinero gasta en el consumo de agua?

Tabla 15 - Resultado pregunta 1, parte 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	22	92%
No	2	8%
Total	24	100%

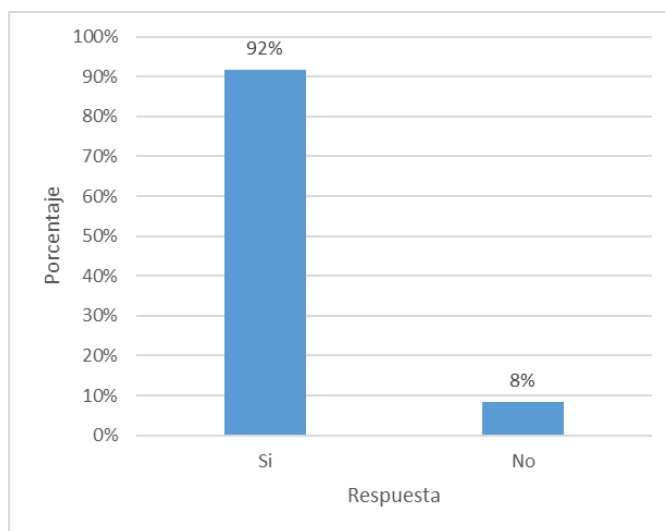


Figura 21. Interpretación gráfica de la pregunta 1, parte 3.

El 92% de los entrevistados, sabe cuánto dinero gasta en el consumo de agua; el 8% restante no lo sabe.

Pregunta 2. ¿Sabe usted cuando dinero gasta por deshacerse del agua (pago por alcantarillado)?

Tabla 16 - Resultado pregunta 2, parte 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	14	58%
No	10	42%
Total	24	100%

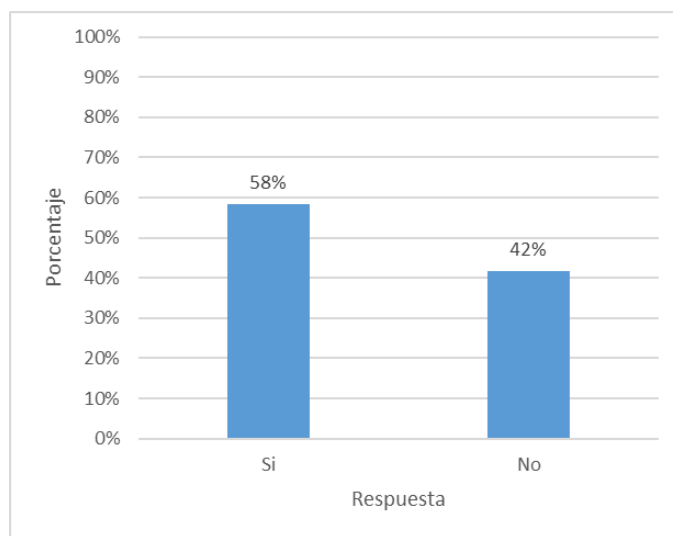


Figura 22. Interpretación gráfica de la pregunta 2, parte 3.

De las personas encuestadas, el 58% sabe cuánto dinero paga por deshacerse del agua; el 42% restante no lo sabe o no lo consulta.

Pregunta 3. ¿Le gustaría tener en su hogar un sistema para tratar las aguas residuales y así poder reutilizarlas en su hogar?

Tabla 17 - Resultado pregunta 3, parte 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	22	92%
No	2	8%
Total	24	100%

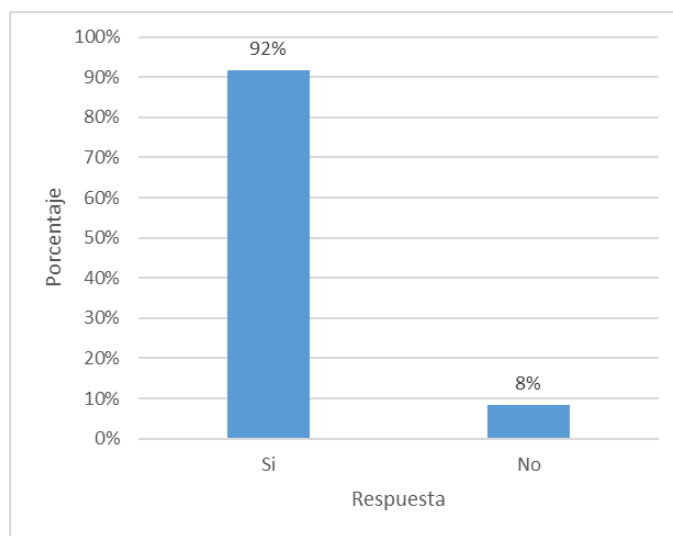


Figura 23. Interpretación gráfica de la pregunta 3, parte 3.

De las 24 personas entrevistadas, el 92% le gustaría tener en su hogar un sistema para tratar las aguas residuales y así poder reutilizarlas; el 2% le gustaría quedarse como está actualmente, sin el sistema.

Pregunta 4. ¿Usted estaría dispuesto en invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para su hogar?

Tabla 18 - Resultado pregunta 4, parte 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	4	17%
No	20	83%
Total	24	100%

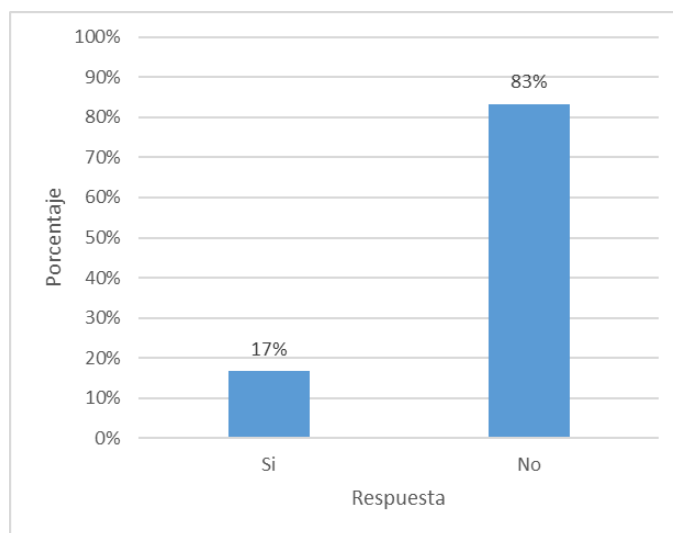


Figura 24. Interpretación gráfica de la pregunta 4, parte 3.

De la muestra entrevistada, el 17% estaría dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales en su hogar; el 83% no estaría dispuesto a hacerlo.

Pregunta 5. ¿Sabía usted que, con un sistema de tratamiento de aguas residuales en su hogar, se podría ahorrar hasta el 25% en el pago de su factura de agua y alcantarillado?

Tabla 19 - Resultado pregunta 5, parte 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	0	0%
No	24	100%
Total	24	100%

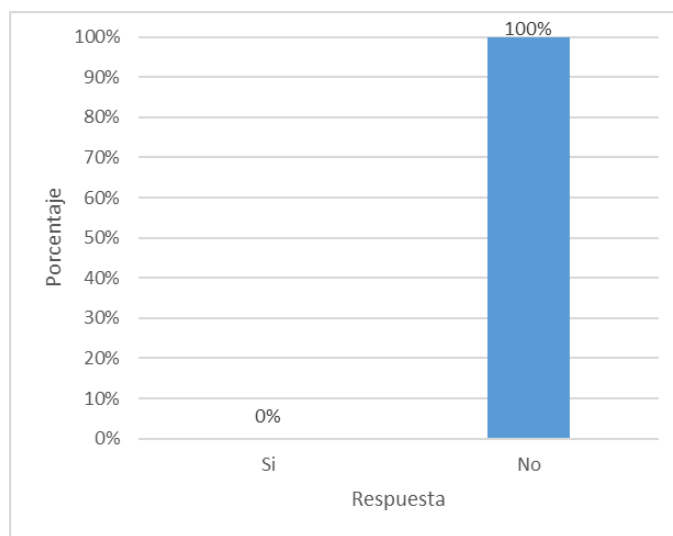


Figura 25. Interpretación gráfica de la pregunta 5, parte 3.

Ninguno de los entrevistados sabía que, con un sistema de tratamiento de aguas residuales en su hogar, se podría ahorrar hasta el 25% en el pago de su factura de agua y alcantarillado.

Pregunta 6. Sabiendo lo anterior; ¿Usted estaría dispuesto en invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para su hogar?

Tabla 20 - Resultado pregunta 6, parte 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	8	36%
No	14	64%
Total	22	100%

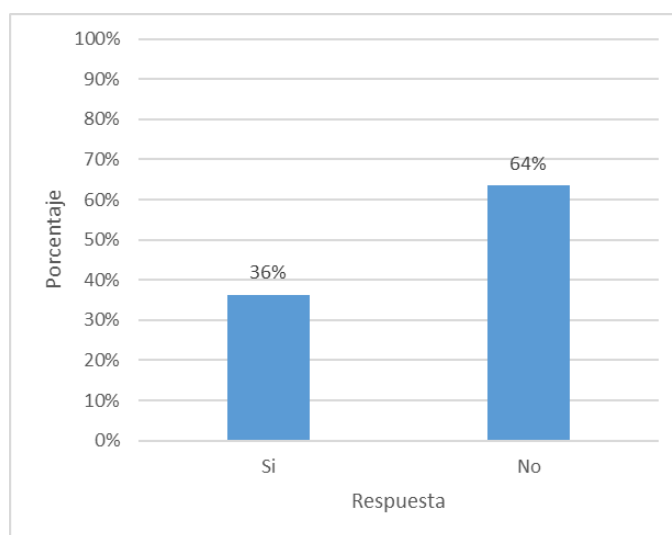


Figura 26. Interpretación gráfica de la pregunta 6, parte 3.

De las 24 personas entrevistadas, el 36% estaría dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales en su hogar; el 64% no estaría dispuesto a hacerlo.

6 Resultados y hallazgos

6.1 Resultados

Parte 1. Generales.

Esta primera parte de la encuesta, se diseñó con el fin de comprobar el conocimiento que tenía la población de la muestra sobre el tema tratado; aguas residuales del hogar, reutilización del agua residual y sobre sistemas de tratamiento de las aguas residuales.

Se encontró que la mayoría de los encuestados, el 75%, tienen algún conocimiento de que son las aguas residuales en el hogar.

También se halló, que la muestra encuestada se encuentra dividida en cuanto al conocimiento de lo que es un sistema de tratamiento de aguas residuales y para qué sirve; el 42% tiene algún conocimiento sobre el tema y 58% no sabe nada. Se observa en esta parte de la encuesta, que la población se inclina más hacia el desconocimiento de lo que es un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Por otra parte, se reveló que el 83% de la población encuestada, respondió NO conocer del tema de que las aguas residuales pueden ser reutilizadas.

Como resultado general, se puede inferir, que la población del estudio posee poco conocimiento sobre la reutilización de las aguas residuales y la forma como se descontamina dicha agua. Lo anterior puede ser un resultado de la deficiente educación y cultura sobre el cuidado y reuso del agua en nuestro país; lo cual se basa en el deterioro de la conciencia ambiental por parte de los colombianos; deterioro que se traduce en pérdidas del potencial natural, en desaparición de recursos naturales, contaminación, explotación ilegal de los recursos naturales, tala de bosques, etc.; situaciones que a su vez generan un mayor deterioro ambiental.

Parte II: Ambiental

Se evidencia que gran parte de la muestra, un 83%, sabe que se abastecen de agua potable a través de la red pública.

También se demuestra que gran parte la muestra de investigación, 79%, no tiene algún método para ahorrar agua. Pero esta población manifiesta que puede sentirse motivada a ahorrar agua, con el fin de disminuir costos en la factura de servicios públicos.

Además, la mayoría de la muestra encuestada, 88%, sabe la cantidad de agua que se gasta en un mes en el hogar.

Por otra parte, la gran mayoría de los entrevistados, 79%, aseguran que no estaría dispuestos a reutilizar el agua en el hogar; por el motivo de que esta agua es residual, sucia. Pero, cuando se les plantea que esta agua se puede tratar con cierta tecnología, gran parte de los entrevistados, el 88%, proporcionan el consentimiento de que reutilizarían el agua del hogar en actividades de llenado de sanitarios y lavado de pisos.

Como consecuencia de esta parte de la encuesta, se evidencia la disposición de muchos de los encuestados de reutilizar el agua residual de los hogares, una vez tratada y acondicionada; pero coartado por un incentivo monetario, reflejado en disminuir costos en la factura de servicios públicos.

Una vez más, se evidencia el modelo capitalista que suscita una conciencia más económica que ambiental; la gran brecha de desigualdad económica y los bajos niveles de cultura y educación ambiental en nuestro país, generan un alto derroche de los recursos naturales y no permite que la población acceda a tecnologías más limpias con el medio ambiente.

Parte III: Económico

Gran parte de la muestra investigada, un 92%, sabe cuánto dinero gasta en el consumo de agua potable. Pero en cuanto al dinero que gasta por deshacerse del agua (pago por alcantarillado), se demuestra que solo el 58% percibe este valor, como un costo adicional por utilizar el agua potable.

La gran mayoría de los entrevistados, un 92%, afirma que le gustaría tener en su hogar un sistema para tratar las aguas residuales y así poder reutilizarlas en su hogar. En contraparte, la muestra entrevistada, un 83%, NO estaría dispuesta a invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para su hogar; debido en gran parte a razones económicas.

El total de los entrevistados, no sabía que, con la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en su hogar, se podría ahorrar hasta el 25% en el pago de su factura de agua y alcantarillado. Y aun, sabiendo lo anterior; la muestra investigada, un 64%, NO estaría dispuesta en invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para su hogar.

6.2 Hallazgos

6.2.1 Identificar la población dentro de las casas unifamiliares que se puede beneficiar con el sistema de tratamiento destinado a reutilizar el agua de lavado doméstico.

En ocasiones, aunque se tenga la voluntad para adoptar alguna nueva tecnología, es probable que no se cuente con la capacidad económica para adquirirla y esta razón es fundamental en la implementación de soluciones en temas ambientales.

Se identifica que la toda la población del barrio Belén Rincón, podría beneficiarse con un sistema de tratamiento destinado a reutilizar el agua de lavado doméstico; siempre y cuando este sea subsidiado por el gobierno o alguna otra entidad con suficiente conciencia social y ambiental; ya que la población manifiesta que, con recursos propios, No estaría dispuesta a implementar el

sistema de tratamiento de aguas residuales en los hogares.

6.2.2 Hacer una relación costo beneficio sobre un sistema de tratamiento para la reutilización de agua de lavado doméstico en los hogares del barrio belén rincón.

Para el tema de esta investigación, tomando como base el consumo básico en Medellín de 16 m³, el ahorro esperado sería de 4 m³ mensuales. Tomando el valor del m³ actual, facturado por Empresas Públicas de Medellín para estrato 3 tiene un valor de \$1.773; en términos monetarios el ahorro sería de \$7.092 mensuales y de \$85.104 al año.

Pero este ahorro también se reflejaría en la facturación de alcantarillado, ya que el valor actual del m³ facturado por Empresas Públicas de Medellín para estrato 3, tiene un valor de \$1.755; lo cual genera \$7.020 de ahorro al mes y de \$84.240 al año. De esta manera el ahorro total anual es de \$169.344, con referencia al consumo básico.

Del análisis anterior, se observa que la relación costos beneficio con la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en los hogares, genera solo un pequeño ahorro monetario al año.

6.2.3 Establecer la disposición de los hogares del Barrio Belén Rincón de implementar el sistema de reutilización de aguas procedentes del lavado doméstico.

Del análisis anterior, se observa que el ahorro que provee la implementación del sistema es poco; y siendo la razón económica uno de los principales motivos de la población para la implementación del sistema de tratamiento, es poco probable que la población se sienta incentivada a hacerlo. Por otra parte, se evidencia la disposición de muchos de los encuestados de reutilizar el agua residual de los hogares; siempre y cuando el sistema de tratamiento sea subsidiado o proporcionado por el gobierno nacional o algún otro organismo del sector privado o

estatal.

7 Conclusiones

Según los datos estadísticos consultados, se observa que el consumo de agua potable puede reducirse en un 25% aproximadamente; este ahorro corresponde al agua utilizada en los sanitarios que es del 19.9% y para el aseo de la vivienda que es de un 4,9%; usos para los cuales no se requiere el empleo de agua potable. El origen del reemplazo de estas aguas, sería la reutilización de las aguas provenientes del lavado de ropa, que corresponden a el 27,1% del consumo total en los hogares y las cuales se podrían reutilizar luego de un tratamiento adecuado.

A pesar de que la población consienta la reutilización del agua del hogar en actividades de llenado de sanitarios y lavado de pisos y de que se motive a implementar un sistema de tratamiento en los hogares, ya sea por motivos ambientales o económicos; la población NO tiene la disposición de invertir con recurso propios en la implementación del sistema.

La población en general y el medio ambiente, en especial las fuentes hídricas, puede beneficiarse con la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales instalado en los hogares. Lo anterior puede lograrse fortaleciendo la educación en temas de educación y cultura sobre el cuidado y reusó del agua; con el fin de crear y arraigar una conciencia ambiental en la población mucho más dinámica. Además, es fundamental que la adopción por parte de la población de estas nuevas tecnologías, sea fomentada y subsidiada o proporcionada por el gobierno nacional, con el apoyo de empresas estatales y del sector privado.

Dela análisis anterior surge la conclusión, de que realizar el diseño de una planta de tratamiento, destinada a reutilizar el agua de lavado doméstico en casas del barrio Belén Rincón de la ciudad de Medellín NO es factible, hasta que se fortalezca la conciencia ambiental en la población y se cuente con el apoyo de las entidades estatales involucradas con el tema ambiental

y con el cuidado y el reúso del agua.

8 Bibliografía

Ardila, M. (2013). Viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de aguas grises domésticas. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe De Bogotá.

Oviedo, L. M. (2011). Estudio de alternativas de reúso y reciclaje de aguas residuales en aplicaciones industriales y municipales. Monografía. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

Lizarazo, J. M. & Orjuela, M. I. (2013). Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia. Monografía. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe De Bogotá.

Uribe, M.A & Amaya, J.C. (2007). Diseño de un sistema de recirculación de aguas lluvias para vivienda. Tesis de pregrado. Universidad De La Salle. Santa Fe De Bogotá.

Kestler, P. J. (2004). Uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda. Tesis de pregrado. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Soto, W. (2012). sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas, como una alternativa para la seguridad hídrica de Tijuana. Tesis de maestría. Centro de investigación científica y de educación superior de la ensenada. Tijuana.

Pombo, A. (2004). Tijuana: agua y salud ambiental. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Pombo/publication/31752670_Tijuana_agua_y_salud_ambiental_sus_estrategias_A_Pombo/links/0deec5244c81d0e58e000000.pdf?origin=publication_list

Diseño del plan de uso eficiente y ahorro de agua de la escuela superior de administración pública E.S.A.P. Recuperado de

http://www.esap.edu.co/portal/download/plan_ambiental/5.Programa-de-Uso-Eficiente-y-Ahorro-de-Agua-PUEAA.pdf

Estudio de consumo en relación a la implementación, por el sistema automatizado para ahorro de agua potable. Recuperado de http://vaten-lifid.com/assets/pdf/estadisticas_skilvirk.pdf

Revista N° 7. Consumo Básico - Metodología por procesos en la CRA. Plan Quinquenal. Recuperado de

<http://cra.gov.co/apc-aa-files/32383933383036613231636236623336/revista7def.pdf>

Plan de desarrollo local. Comuna 16 Belén. Recuperado de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/ProgramasyProyectos/Shared%20Content/Documentos/2015/Planes%20de%20desarrollo%20Local/COMUNA%20BELEN%202016.pdf

Chacon, G. (2012). Consumo básico de agua potable en Colombia. Recuperado de <http://www.ambientalex.info/revistas/rtvol8n120111.pdf>

Santana, M. (2015). Rango de consumo básico. Recuperado de https://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/admon1202/files/Documento_de_Trabajo_y_Participacion_C3%B3n_Ciudadana_750.pdf

Colombia. Rango de consumo básico. Resolución CRA 750 DE 2016. (2016).

Beleño, I. (12 de febrero de 2011). Un Periódico. Recuperado el 01 de 10 de 2016, de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/un-periodico-impreso-no-141.html>

Carlos, C. P. (marzo de 2010). Política Nacional para la gestión del recurso hídrico. Recuperado el 02 de octubre de 2016, de <http://faolex.fao.org/docs/pdf/col146504.pdf>

EPM. (s.f.). EPM. Recuperado el 05 de 10 de 2016, de http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Agua/Tipspa

raelusointeligente.aspx

Fernando, B. (3 de febrero de 2014). Sano y Ecológico. Recuperado el 28 de 09 de 2016, de <http://sanoyecologico.es/reciclaje-del-agua/>

Fredy, L. C., & Alfonso, D. C. (2010). Sistema de reciclaje casero de aguas residuales del lavado de ropas para uso en sanitarios en la localidad de Engativá. Bogotá.

Helena, S. V. (25 de julio de 2014). Resolución 1207 de 2014. Recuperado el 02 de 10 de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=59135>

Jamilette, K. R. (octubre de 2004). Uso, Reúso y Reciclaje del agua. Recuperado el 02 de 10 de 2016, de http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/uso_reuso.pdf

Jorge, S., torres, P., & Madera, C. (2008). Reúso de aguas residuales domésticas en agricultura. *redalyc.org*, 347-359.

Milena, L. B., & Isabel, O. G. (2013). Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia. Recuperado el 30 de 09 de 2016, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>

Uribe Celis, m. and Amaya sierra, j. (2007). Diseño de un sistema de recirculación de aguas lluvias para vivienda. Profesional. Universidad de la Salle

<http://www.elheraldo.co/local/lavado-de-ropa-lo-que-mas-agua-consume-161222>

http://cdn.elheraldo.co/sites/default/files/2014/07/31/infografias/consumo_de_agua_en_el_hogar.jpg

Kestrlar R. (2004). Uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda. Recuperado de: http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/uso_reuso.pdf

Sociedad Colombiana de Ingenieros. (s.f.). Recuperado el 23 de febrero de 2016, de http://www.fuac.edu.co/recursos_web/documentos/ing.ambiental/recurso_hidrico_e

n_colombia_uautonoma_1.pdf

9 Anexos

9.1 Formato encuesta

Esta encuesta es únicamente de carácter investigativo; la información brindada por usted ayuda al desarrollo de mejoras para disminuir la contaminación de las fuentes hídricas de nuestro país.

Encuesta desarrollada por estudiantes de la Corporación Universitaria Minuto De Dios.

REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LAVADO DOMESTICO

Nombre: _____ Fecha: _____
 Edad: _____ Dirección: _____
 N° habitantes Roll en el
 del hogar: _____ hogar: _____

Instrucciones

Responda las siguientes preguntas, marcando con una X la respuesta que considere correcta.

Parte I: Generales

1) ¿Sabe usted que son las aguas residuales en una vivienda?

____ SI
 ____ NO

2) ¿Sabe usted que es un sistema de tratamiento de aguas residuales y para que sirve?

____ SI
 ____ NO

3) ¿Sabe usted si las aguas residuales pueden ser reutilizadas?

____ SI
 ____ NO

Parte II: Ambiental

1) ¿De qué forma se abastece de agua potable?

____ Red publica
 ____ Compartida con algún vecino
 ____ No sabe

Esta encuesta es únicamente de carácter investigativo; la información brindada por usted ayuda al desarrollo de mejoras para disminuir la contaminación de las fuentes hídricas de nuestro país.
Encuesta desarrollada por estudiantes de la Corporación Universitaria Minuto De Dios.

2) **¿Tiene alguna forma para ahorrar agua?**

- SI; Cual _____
- NO

3) **Lo motivaría a usted ahorrar agua por:**

- Cuidar las fuentes hídricas
- Escases de agua en un futuro
- Disminuir costos en su factura de servicios públicos
- Conciencia ciudadana

4) **¿Usted sabe en qué unidades se mide el consumo de agua en el hogar?**

- Litros
- Metros cúbicos
- Galones
- No sabe

5) **¿Usted sabe que cantidad de agua se gasta en un mes en el hogar?**

- SI; ¿Qué cantidad? _____
- NO

5) **¿Usted estaría dispuesto a reutilizar las aguas residuales en el hogar?**

- SI
- NO

6) **¿De qué manera reutilizaría el agua en el hogar?**

- Lavadora
- Riego de jardín
- Llenado de sanitarios
- Lavado de pisos

Esta encuesta es únicamente de carácter investigativo; la información brindada por usted ayuda al desarrollo de mejoras para disminuir la contaminación de las fuentes hídricas de nuestro país.

Encuesta desarrollada por estudiantes de la Corporación Universitaria Minuto De Dios.

Parte III: Económico

- 1) **¿Sabe usted cuando dinero gasta en el consumo de agua?**
___ SI; ¿Cuánto? _____
___ NO

- 2) **¿Sabe usted cuando dinero gasta por deshacerse del agua (pago por alcantarillado)?**
___ SI; ¿Cuánto? _____
___ NO

- 3) **¿Le gustaría tener en su hogar un sistema para tratar las aguas residuales y así poder Reutilizarlas en su hogar?**
___ SI
___ NO

- 4) **¿Usted estaría dispuesto en invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para su hogar?**
___ SI
___ NO

- 5) **¿Sabía usted que, con un sistema de tratamiento de aguas residuales en su hogar, se podría ahorrar hasta el 25% en el pago de su factura de agua y alcantarillado?**
___ SI
___ NO

- 6) **Sabiendo lo anterior; ¿Usted estaría dispuesto en invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para su hogar?**
___ SI
___ NO

“GRACIAS POR SU DISPOSICIÓN Y ATENCIÓN”

9.2 Cronograma

