

**Alternativas para promover el uso y consumo responsable del agua potable en la zona  
urbana del municipio de Tesalia-Huila**



Sergio Stiven González Quina

Corporación Universitaria Autónoma Del Cauca

Facultad de Ingenieras

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Pasantía

Popayán 2024

**Alternativas para promover el uso y consumo responsable del agua potable en la zona  
urbana del municipio de Tesalia-Huila**



Sergio Stiven González Quina

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director

Especialista. Carlos Felipe Uribe

Corporación Universitaria Autónoma Del Cauca

Facultad de Ingenieras

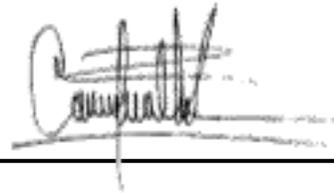
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Pasantía

Popayán 2024

## Nota de Aceptación

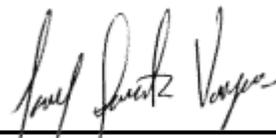
El director y los jurados del trabajo de grado, modalidad pasantía: **“ALTERNATIVAS PARA PROMOVER EL USO Y CONSUMO RESPONSABLE DEL AGUA POTABLE EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TESALIA-HUILA”**; realizado por **SERGIO STIVEN GONZALEZ QUINA** Una vez revisado el informe final y aprobada la sustentación, autorizan para que se realicen los trámites concernientes para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario.



Director. **CARLOS FELIPE URIBE**



Jurado. **ARNOL ARIAS HOYOS**



Jurado. **KAROL DANIELA FERNANDEZ**



## **Dedicatoria**

Este trabajo y cada victoria que he logrado, los dedico a DIOS, el faro que ilumina mi camino. Él ha sido el manantial de mi seguridad, el pilar de mi confianza y la fuente de sabiduría que me ha permitido superar este periodo de mi vida. Este logro es solo el inicio de mis sueños, el primero de muchos que, con su orientación, espero realizar.

Mi madre, **Olga Roció Quina Vargas**, es una mujer incansable, valiente, siempre dispuesta a estar a mi lado. Con su amor, esfuerzo y comprensión, ha moldeado mi ser. Así mismo, mi padre, **Edilson Polania Marinez**, cuyo gran ejemplo, esfuerzo, dedicación y apoyo constante han hecho posible esta fase de mi vida.

A mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada paso de este viaje. A mis amigos, por estar siempre allí, en los momentos de alegría y en los desafíos, su amistad ha sido mi refugio. Este logro no es solo mío, sino de todos nosotros. Este trabajo de grado es un testimonio de nuestro esfuerzo colectivo y dedicación. Gracias a todos.

## Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Introducción .....	13
Capitulo I: Problema .....	14
1.1.    Planteamiento del Problema .....	14
1.2.    Justificación .....	16
1.3.    Objetivos .....	18
1.3.1.    Objetivo General.....	18
1.3.2.    Objetivos Específicos.....	18
Capitulo II: Marco Teórico y Referentes Conceptuales .....	19
2.1.    Antecedentes .....	19
2.2.    Marco Conceptual.....	20
2.2.1.    Uso Eficiente de Agua .....	21
2.2.2.    Huella Hídrica.....	21
2.2.3.    Programa de Uso Eficiente y Ahorro Del Agua .....	21
2.2.4.    ¿Qué es el PUEAA?.....	22
2.2.5.    Proyectos de Regulación del Recurso Hídrico.....	22
2.2.6.    Tecnologías de Bajo Consumo .....	22
2.2.7.    Uso Racional del Agua .....	22
2.2.8.    Usuarios del Sistema.....	23
2.3.    Bases Legales.....	23
Capitulo III: Metodología .....	25
3.1.    Fase 1. Identificación de la Fuente Abastecedora y el Sistema de Tratamiento Utilizado Por EMPTESALIA S.A.E.S.P. al Municipio de Tesalia-Huila .....	25
3.2.    Fase 2. Evaluación de la Situación Del Uso Del Agua en el Casco Urbano Del Municipio .....	26
3.3.    Fase 3. Establecer Estrategias Para el uso Adecuado Del Recurso Hídrico .....	28
Capitulo IV: Resultados .....	30
4.1.    Contexto.....	30

4.2.	Caracterización del Sistema de Acueducto.....	31
4.2.1.	Fuente de Abastecimiento.....	31
4.2.2.	Tratamiento Utilizado Por EMPTESALIA S.A E.S.P.....	38
4.2.3.	Usuarios de Emptesalia S.A E.S.P.....	39
4.3.	Estrategias de Mejora para el Uso Adecuado del Recurso Hídrico .....	56
4.3.1.	Adaptación de Dispositivos Ahorradores .....	57
4.3.2.	Cambio de Tecnologías Obsoletas a Tecnologías Ahorradoras .....	62
4.3.3.	Reparación de Fugas .....	65
4.3.4.	Cambio de la Conducta Social o Educación.....	65
4.3.5.	Normativa .....	66
	Conclusiones.....	67
	Recomendaciones .....	69
	Referencias Bibliográficas .....	71
	Glosario.....	77
	Anexos .....	80

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Bases legales .....	23
<b>Tabla 2.</b> Descripciones quebradas abastecedoras .....	32
<b>Tabla 3.</b> Lista de chequeo. ....	34
<b>Tabla 5.</b> Sistema de abastecimiento de agua.....	37
<b>Tabla 6.</b> Estrategias de ahorro de agua .....	56

## Lista de ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> Ubicación geográfica del municipio de Tesalia. ....	30
<b>Ilustración 2.</b> Ubicación de los puntos de captación .....	31
<b>Ilustración 3.</b> Diagrama del sistema. ....	34
<b>Ilustración 4.</b> Cobertura actual del sistema de acueducto municipio de Tesalia.....	36
<b>Ilustración 5.</b> Género .....	42
<b>Ilustración 6.</b> Estrato socioeconómico.....	43
<b>Ilustración 7.</b> Edad.....	44
<b>Ilustración 8.</b> Pregunta 1.....	45
<b>Ilustración 9.</b> Pregunta 2.....	46
<b>Ilustración 10.</b> Pregunta 3.....	47
<b>Ilustración 11.</b> Pregunta 4.....	48
<b>Ilustración 12.</b> Pregunta 5.....	48
<b>Ilustración 13.</b> Pregunta 6.....	49
<b>Ilustración 14.</b> Pregunta 7.....	50
<b>Ilustración 15.</b> Pregunta 8.....	51
<b>Ilustración 16.</b> Pregunta 9.....	52
<b>Ilustración 17.</b> Pregunta 10.....	52
<b>Ilustración 18.</b> Pregunta 11.....	53
<b>Ilustración 19.</b> Pregunta 12.....	54
<b>Ilustración 20.</b> Pregunta 13.....	55
<b>Ilustración 21.</b> Pregunta 14.....	56
<b>Ilustración 22.</b> Aireador o Eyector Perlizador.....	59
<b>Ilustración 23.</b> Aireador o Eyector Perlizador.....	60
<b>Ilustración 24.</b> Reductor volumétrico de caudal.....	61
<b>Ilustración 25.</b> Cisternas con interrupción.....	63
<b>Ilustración 26.</b> Inodoros economizadores.....	64
<b>Ilustración 27.</b> Encuesta a usuario.....	84
<b>Ilustración 28.</b> Encuesta a usuario.....	84

<b>Ilustración 29.</b> Encuesta a usuario.....	85
<b>Ilustración 30.</b> Encuesta a usuario.....	85
<b>Ilustración 31.</b> Encuesta a usuario.....	85

## Resumen

El crecimiento poblacional y el deterioro ambiental están amenazando los recursos naturales, entre ellos el agua. es un recurso vital para la existencia humana, pero su disponibilidad está disminuyendo progresivamente debido a la contaminación y al uso desmedido.

Este proyecto tiene como objetivo mejorar el uso y la gestión del recurso hídrico en el casco urbano del municipio de Tesalia-Huila. Para ello, se identificaron y caracterizaron los eventos que tienen un impacto negativo en el medio ambiente, y se establecerán medidas para controlarlos y mitigarlos.

Luego de recopilar la información de las fuentes, Se desarrolló un método para identificar los problemas que han surgido en la gestión del agua, implementando soluciones técnicas, prácticas, simples y económicamente factibles que faciliten la disminución del consumo de agua y promuevan una utilización eficiente de los recursos hídricos.

Las alternativas para el ahorro y la utilización eficiente del agua se elaboraron a través de un proceso de investigación que implicó la recolección de información, el análisis de la situación presente y la colaboración de los usuarios. Finalmente, se resumen los aspectos importantes que surgieron de los resultados del trabajo y las sugerencias.

**Palabras claves:** recurso hídrico, uso eficiente del agua, gestión de la demanda, agua.

### **Abstract**

Population growth and environmental deterioration are threatening natural resources, including water. Water is a vital resource for human existence, but its availability is progressively decreasing due to pollution and excessive use.

This project aims to improve the use and management of water resources in the urban area of the municipality of Tesalia-Huila. To this end, the events that have a negative impact on the environment were identified and characterized, and measures to control and mitigate them will be established.

After collecting information from the sources, a method was developed to identify the problems that have arisen in water management, implementing technical, practical, simple and economically feasible solutions that facilitate the reduction of water consumption and promote efficient use of water resources.

The alternatives for water saving and efficient use of water were developed through a research process that involved the collection of information, analysis of the present situation and the collaboration of the users. Finally, important aspects that emerged from the results of the work and suggestions are summarized.

**Key words:** Water resource, efficient water use, demand management, water.

## Introducción

El uso y ahorro eficiente del agua es considerada una estrategia para asegurar el suministro del recurso hídrico a largo plazo. Por esto, al ser esencial para el ser humano y seres vivos, se produce una creciente demanda del líquido. Es imperativo que se le dé el uso correcto a este recurso considerado limitado y vulnerable.

A medida que la población, la industrialización y la modernización continúan creciendo, los recursos hídricos se mantendrán constantes en términos de volumen. Por lo tanto, es crucial que se haga un uso eficiente de todas las posibles aplicaciones del agua [1].

Mundialmente, es aceptada la crisis de recursos hídricos que enfrentamos y que la humanidad como el medio ambiente sufren los efectos de la inapropiada gestión del agua [2]. Una de las medidas que ha tomado Colombia para conservar y usar de manera eficiente el recurso hídrico como la Ley 373 de 1997, que establece un programa para el uso eficiente y la protección del agua. Este programa consiste en proyectos y medidas propuestas e implementadas por los usuarios de los recursos hídricos para disminuir el consumo.

Por lo tanto, el uso eficiente implica cambiar las prácticas y actitudes hacia el uso del recurso, empleando estrategias que abarquen aspectos tecnológicos como modificaciones en los patrones de consumo. Esto permite la implementación de una amplia gama de acciones que pueden influir en la forma de actuar de los usuarios, la incorporación de tecnologías para reducir el consumo y reutilización del recurso para un uso óptimo [3].

## Capítulo I: Problema

### 1.1. Planteamiento del Problema

La eficiencia en el uso del agua a nivel global se ha vuelto esencial para asegurar la sostenibilidad de este recurso, considerado como “finito y vulnerable, vital para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente”. Es ampliamente reconocido que un suministro adecuado de agua potable es una condición previa y necesaria para preservar la vida humana, los ecosistemas y alcanzar un desarrollo sostenible. Este desarrollo se ve actualmente obstaculizado por la escasez de agua potable que enfrenta el mundo, convirtiéndose en uno de los principales desafíos para la población a nivel global [4].

En Colombia, el agua es el recurso natural renovable más importante y estratégico para la competitividad, crecimiento económico y bienestar de la sociedad. Sin embargo, pese a la importancia estratégica y la considerable oferta de agua del país, el territorio sufre una crisis asociada a la disponibilidad de este recurso en cantidad y calidad [4].

La Empresa Pública De Tesalia (EMPTESALIA S.A. E.S.P) es la encargada de la administración del recurso hídrico, y mediante la implementación de herramientas técnicas y normativas, se orienta en dirección a una administración sostenible del recurso, se observa que los problemas de disponibilidad que impactan a esta población de cerca de 10.923 habitantes están en gran parte vinculados a factores relacionados con el uso eficiente y ahorro de agua proporcionada por la Empresa Municipal de Acueducto.

El PUEAA (Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua), es un programa de planificación y administración del agua, elaborado por la Empresa Municipal de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Tesalia (EMPTESALIA S.A. E.S.P.) en 2021. El programa se centra en

optimizar el uso de los recursos hídricos mediante varios proyectos y acciones que implican a los beneficios de las concesiones de agua. La meta del PUEAA es aportar a la conservación sostenible de los recursos hídricos.

Cuando se implementó el programa, se identificaron problemas relacionados con el uso del agua, asociados a un manejo inadecuado. Estos problemas incluyen el uso agrícola, el uso comercial, el desperdicio y las condiciones técnicas de las tuberías [5].

El consumo de agua en el municipio supera significativamente los límites establecidos por la normativa vigente. El Reglamento de Agua Potable y de Saneamiento Básico (RAS) y la resolución 0330 de 2017 fijan una dotación máxima promedio de 130 (L/hab\*día) para localidades ubicadas entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Sin embargo, las micro mediciones realizadas por la empresa EMPTESALIA revelan que el consumo promedio en el municipio se encuentra entre 160 y 170 L/hab\*día. Esto representa un exceso del 23% al 30% respecto a la normativa técnica de la RAS 2017 y la normativa ambiental vigente [5][6].

Esto conduce a problemas de salud, dado que la escasez del recurso en la zona genera condiciones de insalubridad, restringiendo la capacidad de mantener un higiene apropiado en las viviendas. Es esencial desarrollar alternativas que promuevan un consumo responsable sin sobrepasar la disponibilidad. Así, se estará fomentado una nueva cultura del agua, un cambio social enfocado en la sostenibilidad del recurso hídrico.

En conclusión, para garantizar que el municipio tenga agua suficiente para todos, es necesario encontrar formas de reducir el consumo y mejorar la distribución. Esto se puede lograr mediante el desarrollo de una nueva cultura del agua, que promueva el consumo responsable y la sostenibilidad del recurso hídrico.

## 1.2. Justificación

La Tierra, con sus diversas y abundantes formas de vida, se enfrenta a una grave escasez de agua, convirtiéndose en una de las mayores problemáticas del siglo actual, siendo la causa de múltiples tensiones y conflictos. De igual manera, la ONU reconoció el derecho al agua y al saneamiento en julio de 2010. Señalo que cada ser humano tiene acceso a máximo 100 litros de agua/día, cantidad suficiente para desarrollar sus actividades domésticas y personales. Así mismo, el costo del líquido no debe superar el 3% de los ingresos por hogar [7].

La situación es tan grave que aproximadamente una sexta parte de la población mundial no tiene acceso a agua potable ni cuenta con saneamiento básico, la situación es tan delicada, que la demanda de agua es mayor que el recurso hídrico disponible [31]. Colombia es un país privilegiado en reservas de agua, con una gran riqueza hídrica superficial y subterránea, lo que permite la existencia de complejos organismos vivos. El ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible (2023), resalta la necesidad del trabajo colaborativo que busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recurso hídrico, a través de una combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas. Lo anterior, los países, gobiernos y sociedades deben aplicarlo para garantizar la supervivencia de los seres vivos [8].

Actualmente, el municipio de Tesalia- Huila atraviesa una disminución del caudal de las fuentes abastecedora a la planta de tratamiento por la época de verano que ya dio su inicio en el país y en nuestro Municipio, lo cual ha traído como consecuencia la diaria suspensión del servicio, realizando periodos de racionamiento del servicio de acueducto hasta que disminuya dicho fenómeno. Este tipo de situaciones permiten tomar conciencia y dimensionar la necesidad de formular alternativas de uso eficiente y consumo responsable del agua potable para la zona urbana del municipio de Tesalia-Huila.

Por lo tanto, es esencial reconocer a aquellos que están mal utilizando y despilfarrando el recurso, con el objetivo de desarrollar alternativas culturales y educativas relevantes que ayuden a concienciar a la comunidad, orientadas a mejorar el uso correcto del recurso hídrico [8].

El objetivo del proyecto es disminuir el impacto del principal problema ambiental presentado a nivel global y, por ende, en el casco urbano del municipio de Tesalia-Huila. Así, se busca promover y sensibilizar a los habitantes sobre el derroche de agua que se genera en la zona, para generar cambios en sus hábitos de consumo, donde se buscarán alternativas de estrategias culturales o tecnologías de uso eficiente y ahorro del recurso hídrico.

En la problemática de los usuarios, el consumo supera en un 23 % las disposiciones técnicas y normativas nacionales, considerando los grados de complejidad y patrones de consumo según la ubicación geográfica y la altitud de la población [6]. Si se logra reducir el consumo y/o mejorar el uso de los recursos, se podría asegurar la duración del proyecto durante unos 4 años, y una disponibilidad del recurso en las áreas de crecimiento urbano, de entre 4 % y 6 % de promedio anual. El incremento de la frecuencia de suministro de agua en las zonas de difícil acceso también mejorará las condiciones sanitarias. Esto se debe a que el agua potable es fundamental para la higiene personal y la prevención de enfermedades.

El programa PUEAA ha probado ser ventajoso en aspectos técnicos, ambientales y de salud. Esto evidencia que la organización de datos, noticias e información relacionada con los recursos hídricos es esencial, dado que simplifica la administración de este recurso natural. La organización de la información también es un método valioso para tomar decisiones en cuanto al uso y gestión del agua.

### **1.3. Objetivos**

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

Formular alternativas de uso eficiente y consumo responsable del agua potable para la zona urbana del municipio de Tesalia-Huila.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Caracterización de la fuente abastecedora y el sistema de tratamiento utilizado por EMPTESALIA S.A. E.S.P a la zona urbana de Tesalia-Huila.
- Realizar una evaluación de uso del recurso hídrico suministrado por EMPTESALIA S.A. E.S.P a la zona urbana de Tesalia-Huila.
- Establecer estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua a la zona urbana del municipio de Tesalia-Huila.

## Capítulo II: Marco Teórico y Referentes Conceptuales

### 2.1. Antecedentes

De acuerdo con la ONUAA (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), el consumo promedio de agua por persona a nivel mundial, que incluye el uso de los sectores de industria, agrícolas y abastecimiento urbano, el consumo es de 506 m<sup>3</sup>/hab/año. No obstante, en Latinoamérica hay países cuyo consumo supera la media, un caso es Chile con 2.126 m<sup>3</sup>/hab/año, lo cual se atribuye a factores como el crecimiento económico y el aumento de la producción agrícola e industrial. En Colombia tiene un consumo inferior a la media con 246,7 m<sup>3</sup>/hab/año [9].

El Banco Mundial proyecta que se necesita un incremento en la disponibilidad de agua de entre 0,25 y 0,6 puntos para cubrir la demanda mundial. La creciente escasez de agua ha llevado a la búsqueda de nuevas formas de obtenerla. La desalinización del agua de mar es una opción viable, ya que hay una gran cantidad de agua de mar disponible. Sin embargo, los costos ambientales y económicos de la desalinización son altos, lo que limita su aplicación en la mayoría de los países [10].

Takashi Asano, reconocido como el nobel del agua tras recibir el Premio Estocolmo del Agua en 2001, sostiene que la sociedad ya no puede permitirse el lujo de utilizar el agua solo una vez, haciendo referencia a la crisis hídrica. Por lo tanto, es imprescindible aprovechar todos los sistemas de suministro disponibles. Takashi señala que una opción innovadora con gran potencial es la reutilización del agua residual, dado que hoy en día existen tecnologías que facilitan su implementación a gran escala. Para lograr esto, es necesario superar los paradigmas históricos y

entender que el agua que utilizamos siempre es reciclada, ya sea directamente de la alcantarilla o a través del ciclo natural del agua [11].

La reutilización de aguas residuales urbanas ha visto un crecimiento mundial en los últimos años, demostrando la eficacia de esta estrategia, dado que es un recurso fácilmente disponible. Aunque existen contaminantes y microorganismos que pueden amenazar la salud humana, estos pueden ser eliminados en un 98% aproximadamente mediante tecnologías viables y asequibles para los países en desarrollo que las implementan [12].

## **2.2. Marco Conceptual**

La eficiencia en el uso del agua es una meta clave en la administración se refiere a la demanda e involucra cualquier medida, preventiva o correctiva que reduzca el volumen de agua utilizada en cada actividad y que fomenten la preservación o mejora de la calidad de agua. Esto abarca cualquier disminución o prevención de la pérdida de agua que genere un beneficio para la comunidad [3].

Según Sánchez (2004) se maneja desde tres componentes fundamentales:

El uso, la eficiencia y el agua. El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a través de alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar.

La eficiencia tiene implícito el principio de escasez, pues el agua dulce es un recurso escaso, finito y limitado, que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socioeconómicos y de género. [3, p. 32]

### ***2.2.1. Uso Eficiente de Agua***

Este concepto se refiere a la utilización igualitaria del recurso hídrico. La eficiencia en el uso del agua presenta muchos retos en relación con la supervisión y evaluación constante del rendimiento del programa. Es fundamental medir el consumo de agua para planificar, ya que funciona como base para definir los procesos y justificar los ahorros en ese valor práctico [28].

### ***2.2.2. Huella Hídrica***

Se trata de un instrumento esencial para tomar decisiones a nivel corporativo. La administración eficaz del recurso es un componente clave en las operaciones y la rentabilidad de muchas compañías, en particular las que se basan principalmente en los productos ofertados. Por ello, el manejo apropiado del agua se considera un factor crucial para la reputación y la rentabilidad de la empresa, que debe afrontar el desafío es detectar, reconocer y valorar los posibles riesgos e impactos vinculados con la huella hídrica de su cadena de abastecimiento. [13]

### ***2.2.3. Programa de Uso Eficiente y Ahorro Del Agua***

El ministerio de ambiente (s.f.) expuso que, en 1997, se promulgó la Ley 373 que instaura el “Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua”, el cual comprende una serie de proyectos y medidas propuestas dirigidas a los usuarios del recurso hídrico para garantizar un uso eficiente del agua [29].

#### **2.2.4. ¿Qué es el PUEAA?**

El PUEAA es el documento del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, en el que se establecen objetivos, tareas y medidas para planificar la disponibilidad del recurso hídrico en el tiempo, para una población específica, bajo una concesión de aguas legalmente otorgada. [29]

#### **2.2.5. *Proyectos de Regulación del Recurso Hídrico***

Áreas de gestión especial: el presente proyecto tiene como objetivo salvaguardar las áreas que se localizan en bosques nebulosos, páramos y zonas de influencia de estrellas fluviales y manantiales acuíferos, considerados de alta prioridad [29].

#### **2.2.6. *Tecnologías de Bajo Consumo***

Este proyecto pretende fomentar e implementar medidas que alienten la implementación de sistemas, equipos y dispositivos que consumen poca agua, fomentando así el uso eficaz y la conservación del agua en la red de suministro y en los usuarios. Corpoboyacá (2022), indica que ofrecer incentivos en tarifas, impuestos y/o penalizaciones facilita la creación de mecanismos que establezcan pautas en las regulaciones de los acueductos, que fomenten el uso eficiente y la conservación del agua y desincentiven su uso inadecuado [30].

#### **2.2.7. *Uso Racional del Agua***

El interés por el uso eficiente y ahorro del agua en Colombia tiene sus inicios desde el Decreto – Ley 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables. Donde la alta demanda del agua ha generado a través del tiempo planes de acción que ayuden a mitigar el

derroche y el mal uso de este recurso, implementado programas como el uso eficiente y ahorro del agua, el cual ayude a generar conciencia y el buen uso de los recursos naturales renovables [14].

### 2.2.8. Usuarios del Sistema

Según el artículo 11 de la Ley 373 de 1997, anualmente los representantes del acueducto están obligados a proporcionar a las autoridades de supervisión y control un censo de usuarios que revele la cantidad de usuarios, el uso que hacen del recurso hídrico y su localización.

## 2.3. Bases Legales

A continuación, La Tabla 1 presenta las regulaciones actuales para administrar el recurso hídrico a nivel nacional por las autoridades locales y municipales, aplicables para el monitoreo de un PUEAA.

**Tabla 1.** *Bases legales*

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>Decreto 1449 de 1977</b>	Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del Artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974. En relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.[15]
<b>Ley 373 de 1997</b>	Por la cual se establece el programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua.[16]
<b>Decreto 3102 de 1997</b>	Expedido por el ministro de desarrollo económico (1997) “Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua” (p.1.) [17]
<b>Resolución 0330 de 2017</b>	Redactado por “Corporación Autónoma regional del valle del cauca (2017), “por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS” (p.1.) [18]

---

<b>Ley 1506 de 2012</b>	Establece disposiciones para garantizar la continuidad de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas combustible por redes, acueducto, alcantarillado y aseo en caso de desastre o calamidad que afecte a la población nacional y su forma de vida.[19]
<b>Decreto 1040 de 2012</b>	Reglamenta la Ley 1176 de 2007 en lo que respecta a la participación para Agua Potable y Saneamiento Básico del Sistema General de Participaciones (SGP), y la Ley 1450 de 2011 en lo atinente a las actividades de monitoreo, seguimiento y control integral de estos recursos.[20]
<b>Decreto 303 de 2012</b>	Por el cual el registro de Usuarios del Recurso Hídrico. [31]
<b>Ley 142 de 1994</b>	Por el cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras Disposiciones. [32]
<b>Decreto 155 de 2004</b>	Por el cual se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones. [33]
<b>Decreto 1575 de 2007</b>	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. [34]
<b>Decreto 1480 de 2007</b>	Este reglamento establece la priorización a nivel nacional para la organización e intervención de ciertas cuencas hidrográficas, además de emitir otras disposiciones relacionadas.[35]
<b>Resolución 2115 de 2007</b>	Mediante la cual se resaltan características, herramientas y constancia del sistema de control y vigilancia enfocados en la calidad del agua para consumo humano. [36]

---

### Capítulo III: Metodología

En este capítulo hay un enfoque metodológico descriptivo y evaluativo, que se centró en realizar una evaluación de los recursos de agua en la localidad de Tesalia. Se analiza la situación actual del consumo de agua potable en ciertas viviendas y negocios.

Para la ejecución de este proyecto, se consideraron varios mecanismos de planificación, tales como EOT, POT, PUEAA y RAS, entre otros, con el objetivo de hacer una comparativa y determinar el estado actual y el nivel de cumplimiento de estos.

Para lograr las metas propuestas en este periodo de prácticas, se definieron varias etapas. Cada etapa incluye actividades para optimizar el uso del recurso hídrico.

#### **3.1. Fase 1. Identificación de la Fuente Abastecedora y el Sistema de Tratamiento Utilizado Por EMP TESALIA S.A.E.S.P. al Municipio de Tesalia-Huila**

En esta fase se planteó la recolección de datos, una descripción de sus aspectos generales, además de la identificación para reconocer la situación actual de la fuente abastecedora, allí se desarrollará una recolección de información con fuentes primarias y secundarias.

Se realizó el reconocimiento detallado de las condiciones del suministro de agua, considerando la condición de la infraestructura hidráulica, la salud ambiental en las áreas afectadas y la situación legal y administrativa de cada fuente.

##### ***Actividad 1:*** Recopilación de datos.

En este estudio, se toman en cuenta las fuentes que suministran agua potable a la zona urbana. Las fuentes de suministro se definen como el conjunto de áreas de captación e infraestructura, hasta el punto de distribución.

La infraestructura tiene la tarea de captar y transportar el agua, y establece la capacidad del volumen suministrado; está compuesta tanques, tuberías, entre otros.

Se realizaron algunas visitas de campo a la planta de tratamiento y a la bocatoma para tomar un diagnóstico detallado de los siguientes datos con muestra fotográfica, mediciones y una lista de chequeo.

- Fuente de abastecimiento.
- Captación.
- Aducción.
- Desarenador.
- Conducción.
- Tratamiento

**Actividad 2:** Se obtuvo información sobre el número de usuarios de EMPRESALIA S.A.E.S., que cuentan con suministro de agua potable en el casco urbano, el tipo de área de estudio y su capacidad.

### **3.2. Fase 2. Evaluación de la Situación Del Uso Del Agua en el Casco Urbano Del Municipio**

Con una metodología descriptiva, se identificaron los aspectos e impactos para determinar los de mayor significancia.

**Actividad 1:** Elaboración de encuestas.

Se elaboro una encuesta (Ver Anexos) relacionada con el tema del recurso hídrico para tener un análisis profundo del uso del agua que tienen los usuarios. Donde los aspectos a resaltar fueron el uso del recurso hídrico, las tecnologías implementadas y los métodos de ahorro del agua.

**Ecuación 1:** Formula de población finita para el numero de encuestados [21].

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

**Z**= Nivel de confianza

**p**= Porcentaje de población que tiene el atributo deseado

**q**= Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = 1-p

el tributo se asume 50% para p y 50% para q

**N**= Tamaño del universo

**e**= Error de estimación máximo aceptado

**n**= Tamaño de la muestra

$$Z = 2,05$$

$$N = 2761 \text{ Usuarios}$$

$$p = 96\%$$

$$q = 0,5 \%$$

$$e = 10\%$$

$$n = \frac{2,05^2 * 2761 * 0,96 * 0,5}{0,1^2 * (2761 - 1) + (2,05^2 * 0,96 * 0,05)}$$

$$n = 20,033$$

El propósito de aplicar esta fórmula es obtener una muestra representativa del número de entrevistados para los usuarios de EMPTESALIA S.A. E.S.P. La función de la encuesta es recopilar información de varios residentes del área, con el objetivo de identificar los diversos problemas que se necesitan abordar en esta investigación realizada.

La encuesta se desarrollo por medio de la plataforma de Google para realizar formularios “Google Forms” la cual es una opción de fácil acceso para analizar cualquier tipo de información

y aplicación de encuestas digitadas. Se hizo acompañamiento a las personas para que entendieran un poco más la dinámica.

El programa nos arrojó una base de datos con los resultados obtenidos con los que posteriormente procedimos a realizar un análisis descriptivo.

Para realizar la tabulación, primero se verificó que los datos coincidieran, después se elaboró una tabla frecuencial para cada pregunta la cual permitió graficar los resultados.

**Actividad 2:** Evaluación de la situación presente en la relación con el consumo de agua en el municipio de Tesalia-Huila.

Para esto, fue esencial realizar un estudio de las encuestas efectuadas donde Google nos arrojó un análisis de tabulación, donde los habitantes revelaron los problemas presentados respecto al tema.

Este trabajo se llevó a cabo para investigar el uso justo y sostenible del agua, permitiendo a la comunidad expresar que sus actividades diarias no administran de manera eficiente este recurso. De esta manera, se puede cumplir con algunas de las normativas establecidas en el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA).

### **3.3. Fase 3. Establecer Estrategias Para el uso Adecuado Del Recurso Hídrico**

Basándonos en los resultados obtenidos y en conformidad con la Ley 373 de 1997, se pudieron sugerir diversas estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua. Se organizarán según las directrices del Ministerio del Medio Ambiente, donde se estableció que cada alternativa se ajuste a la capacidad financiera y al nivel de complejidad de la comunidad.

**Actividad 1:** Propuestas de varias herramientas para el manejo adecuado del agua

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase 1 y 2 del presente proyecto, se formularon algunos subprogramas para ejecutar, pensando en que la población del municipio de Tesalia-Huila pueda implementar un buen uso y ahorro eficiente del agua.

Las siguientes interfaces son estrategias propuestas, establecidas por Trujillo Cardona y Sarmiento Ocampo en 2012.

***Interfase Educación Ambiental:*** Es un proceso que facilita al usuario y al sistema institucional entender las interconexiones presentes en su interfaz, a partir de un conocimiento reflexivo y crítico de la realidad social, política, económica y cultural. Este proceso, que es en esencia cultural, tiene como herramienta principal la educación y formación ambiental, con el objetivo final de generar un cambio en los patrones de consumo de los usuarios [22].

***Interfase Reducir:*** Esta interfaz consta de dos elementos clave. El primero se refiere a la reparación, que tiene como meta la identificación y eliminación de fugas en el sistema hidráulico de distribución y/o en la red interna. El segundo elemento se centra en la reducción a través de la implementación de tecnologías que ahorran agua. El objetivo principal de estos componentes es lograr la eficiencia en el consumo de agua [23].

***Interfase Lineamientos:*** Este enfoque se enfoca en la regulación y supervisión del uso del agua, resultando en planes de uso eficiente y ahorro de agua, y gestión ambiental. A través de la interacción de los sistemas, se busca un uso eficiente del agua y un desarrollo sostenible. El sistema social está compuesto por los usuarios, el sistema ambiental por el recurso hídrico, y el sistema institucional por las entidades de control que representan la normativa [24].

De esta manera, se busca modelar y comprender los componentes y principios requeridos para promover un uso eficaz y conservación del agua que se aplique en diversos contextos, ya sean comerciales, institucionales, industriales y comercial en la zona urbana de Tesalia-Huila.

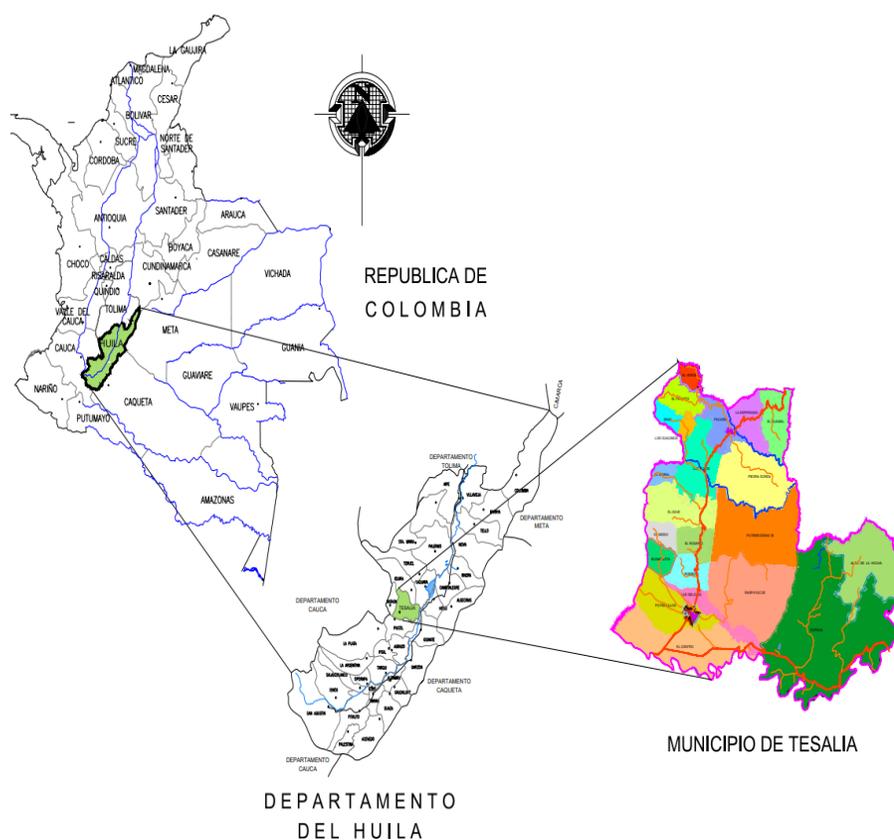
## Capítulo IV: Resultados

### 4.1. Contexto

El municipio de Tesalia está ubicado al occidente del Departamento del Huila con una extensión 369 km<sup>2</sup> (Ver ilustración 1), cuenta con 19 barrios, una población de 10.923 habitantes presenta una temperatura promedio de 27°C.

La base economía que sostiene la población del municipio es industria, agricultura, comercio y turismo.

**Ilustración 1** Ubicación geográfica del municipio de Tesalia.



**Fuente:** PUEAA Tesalia-Huila

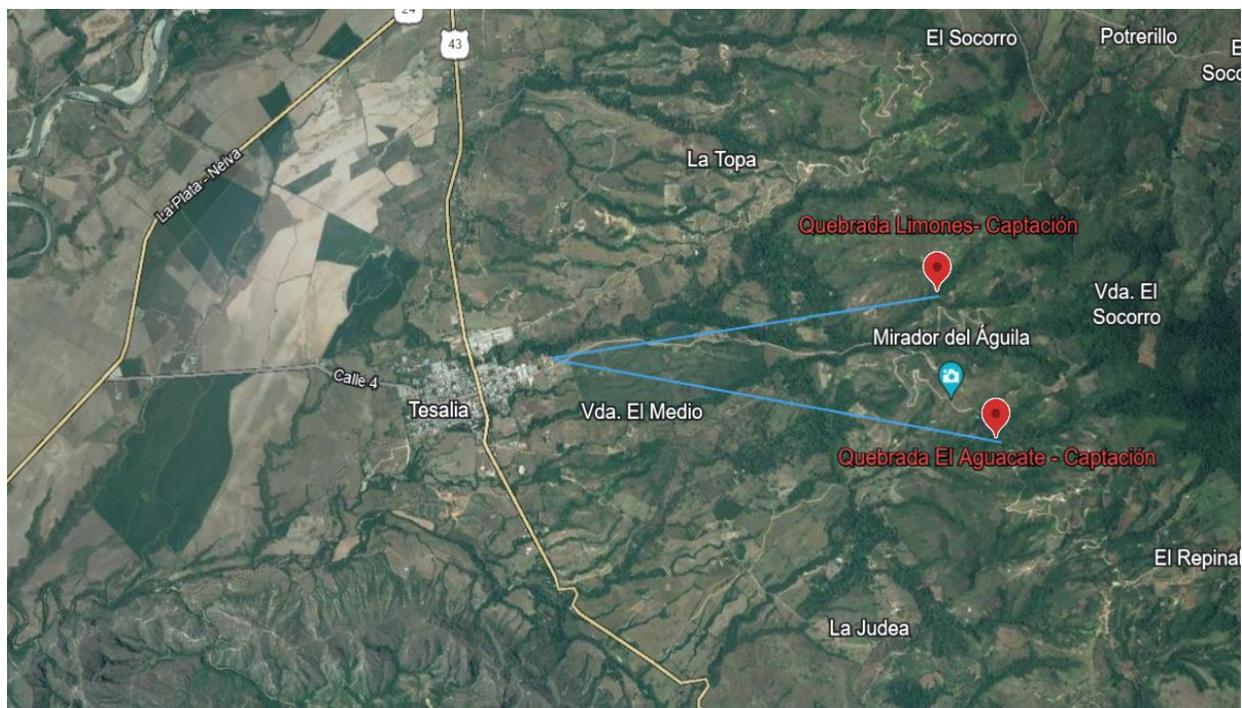
Con una precipitación promedio de 1.200 msmm. El sistema de acueducto municipio es manejado a través de Empresa Municipal de Acueducto Alcantarillado y Aseo del municipio de Tesalia (EMPTESALIA S.A. E.S.P.).

## 4.2. Caracterización del Sistema de Acueducto

### 4.2.1. Fuente de Abastecimiento

El recurso hídrico que alimenta el sistema abastecimiento actual de la población es obtenido a través de dos fuentes de captación (Ver Ilustración2) tipo superficial, las estructuras de recolección se encuentran en las fuentes de suministro mencionadas a continuación (tabla 2):

*Ilustración 2. Ubicación de los puntos de captación*



**Fuente:** Elaboración propia- Google earth

**Tabla 2.** *Descripciones quebradas abastecedoras*

<b>Quebrada los limones</b>	<b>Quebrada el aguacate</b>
La quebrada los limones cuenta con una bocatoma de fondo ubicada en las coordenadas N 767810 - E 814384 del municipio de Tesalia -Huila.	El acueducto se capta de la quebrada El Aguacate, con coordenadas N 783240-E 816722. del municipio de Tesalia -Huila.
Posee un caudal de 12.4 L/seg	Posee un caudal de 15 L/seg
El cauce de agua principal lo resguarda una extensa zona de bosque autóctono sin alteraciones, a lo que se suma el bosque protector-productor, una gran proporción del área.	El cauce de agua principal lo resguarda una extensa zona de bosque autóctono sin alteraciones, a lo que se suma el bosque protector-productor, una gran proporción del área. Esto implica una alta regulación hídrica en la región.

- **Captación**

**Captación Quebrada los Limones:** Concreto ciclópea rejilla metálica sobre el muro transversal, con tubería de salida: 4", caja: 0.30 mts.

**Captación Quebrada El Aguacate:** Longitud: 3mts, muros laterales: 2\*0,20mts, longitud de dique: 2,60mts [5].

- **Aducción**

**Aducción Quebrada los Limones:** El segmento de conducción entre la toma de agua y los desarenadores consiste en una tubería de PVC de 4 pulgadas, de 30.5 metros de extensión, que está bien y respaldada por una estructura.

***Aducción Quebrada El Aguacate:*** El segmento de conducción que va desde la toma de agua hasta los desarenadores consiste en una tubería de PVC de 3 pulgadas, con una extensión de 55.8 metros, que se encuentra en buen estado y esta respalda por una estructura [5].

- **Desarenadores**

***Desarenador Los Limones:*** Concreto armado, de dimensiones 7.55 \* 2.10 metros, incluidos los muros de espesor 0.20 metros y una profundidad de 2.70 metros a la salida de la estructura, de los cuales 2.50 metros son de lámina de agua.

***Desarenador Quebrada El Aguacate:*** Dimensiones 10.00 \* 2.50 mts, incluidos los muros de espesor 0.20 mts y una profundidad de 1.50 mts a la entrada y de 1.75 mts en el sitio de lavado, el cual está a 2/3 de la entrada, tubería de gres de D=8", además presenta dos (2) sistemas de ventilación localizados en los extremos de la obra en PVC de D=3" y tapa de acceso en HF tipo liviano [5].

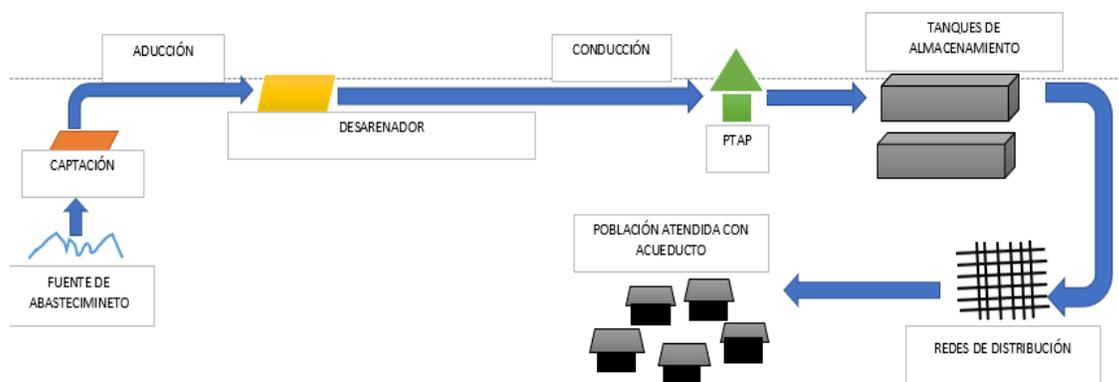
- **Conducción**

***Conducción Los Limones:*** El trayecto del acueducto desde los desarenadores hasta la estación de tratamiento abarca 7 km con un diámetro de 6 pulgadas en material de AC, que posee riesgos que se han mitigado en el tiempo.

***Conducción El Aguacate:*** El recorrido de la línea de conducción generalmente transcurre paralelo a la vía que da acceso a la vereda El Cedro tiene un recorrido de 3.5 km, salvando algunos obstáculos mediante pasos elevados, encofrados y a través de muros de contención, pero siempre conservando el diámetro de 3" [5].

**Tanques de Almacenamiento:** Las dimensiones de los dos (2) tanques de almacenamiento son muy similares, así: el **Tanque 1**, presenta 10.33 mts de longitud, 6.34 mts de ancho y una profundidad de 2.70 mts, para un volumen aproximado de 176.83 m<sup>3</sup>; el **Tanque 2**, presenta 7.50 mts de longitud, 7.25 mts de ancho y 3.25 mts de altura, para un volumen total de 176.72 m<sup>3</sup>; lo anterior significa que actualmente la PTAP tiene una capacidad de almacenamiento de 350.0 m<sup>3</sup> aproximadamente [5].

**Ilustración 3.** Diagrama del sistema.



A continuación, en la tabla 3 se observa el estado actual de la estructura de la fuente abastecedora y algunas observaciones

**Tabla 3.** Lista de chequeo.

Nombre	Bueno	Regular	Malo	Observaciones
¿La fuente está protegida de la contaminación superficial?	X			Sin observaciones.
¿La fuente está lejos de posibles fuentes de contaminación como letrinas o vertederos?	X			Sin observaciones.
¿Es fácil acceder a la fuente durante todo el año?			X	Falta de mantenimiento en el camino.

¿Se realizan pruebas regulares de la calidad del agua?	X	Falta de información.
¿Los resultados de las pruebas cumplen con los estándares de agua potable?	X	Falta de información.
¿La fuente proporciona suficiente agua para satisfacer las necesidades de la comunidad?	X	Sin observaciones.
¿Hay variaciones en el suministro de agua durante diferentes épocas del año?	X	Sin observaciones.
¿Se mantiene en buen estado la infraestructura de la fuente de agua?	X	Falta de mantenimiento en algunos sectores.
¿Existe un plan de mantenimiento regular para la fuente de agua?	X	Existe con poca información.
¿Se toman medidas para proteger la fuente de agua de la contaminación y el uso excesivo?	X	No se toman medidas.
<b>Infraestructura</b>		
Captación	X	Realizar mantenimiento semanal en los dos puntos de captación.
Aducción	X	Realizar cambio de tubería en algunos tramos cortos.
Desarenadores	X	Excelente estado.
Línea de condición	X	Realizar mantenimiento en algunos tramos por fugas.
Tanques de almacenamiento	X	Realizar mantenimiento y adecuación cada 3 meses.
Tratamiento de la PTAP	X	Tener la información en tablas para un óptimo seguimiento.
Línea principal de distribución	X	Algunos tramos presentan fugas
Micro medición	X	Algunas personas utilizan conexiones fraudulentas.

### **Metas por cumplir la Empresa de Servicios Públicos**

En años recientes, la empresa ha observado un índice de agua no contabilizada. Para reducir este índice, es fundamental realizar varias obras de infraestructura dirigidas a la actualización de redes anticuadas. Es de suma importancia implementar y sostener un programa de agua no contabilizada que, además de mejorar la micro medición en todos los usuarios, permita interrumpir y legalizar algunas conexiones ilegales.

Se planea reemplazar las prácticas actuales de uso del agua por otras más eficientes, erradicar las prácticas que desperdician agua, y adoptar medidas como chequeos periódicos de la infraestructura, revisión de grifos y válvulas de alto consumo, y atención rápida a fugas o averías.

A continuación, en la ilustración 4 se presenta en un plano la red de distribución y cobertura del casco urbano de Tesalia – Huila en los 19 barrios que la conforman.

**Ilustración 4.** *Cobertura actual del sistema de acueducto municipio de Tesalia*



**Fuente:** PUEAA Tesalia-Huila

A continuación, en la tabla 4 se presentan fotografías del sistema abastecimiento de la PTAP del municipio de Tesalia-Huila.

**Tabla 4.** Sistema de abastecimiento de agua





#### 4.2.2. Tratamiento Utilizado Por EMPTESALIA S.A E.S.P.

**Medición de Caudal:** Se realiza medición de caudal a la entrada del sistema por medio de la estructura Canaleta Parshall la cual se encuentra en buen estado.

**Dosificación:** Se incorpora un conjunto de bombas peristálticas dosificadoras para la inyección directa de reactivos químicos. Estos son floculante, coagulante, ajustador de pH y desinfectante.

**Mezcla rápida:** Posee una cámara de reparto a la entrada de la PTAP donde se realiza la mezcla rápida por agitación hidráulica antes de entrar al proceso de floculación.

**Floculación:** Luego de la coagulación, se realiza un proceso llamado floculación. Este proceso fisicoquímico busca aumentar el tamaño de las partículas que se desestabilizaron en la etapa anterior. Al aumentar su tamaño, se facilita su eliminación posterior mediante sedimentación y filtración.

**Sedimentación:** Luego de la floculación, se realiza la sedimentación, un proceso físico que busca separar las partículas suspendidas en el agua por acción de la gravedad. Las partículas más densas se depositan en el fondo del tanque de sedimentación, mientras que el agua clarificada se acumula en la parte superior.

**Filtración:** El agua filtrada antes de ser conducida a los tanques de almacenamiento pasa por un tanque de contacto, donde se realiza el proceso de desinfección con hipoclorito de sodio.

**Desinfección:** La desinfección es un paso crucial en el tratamiento del agua potable, ya que elimina los microorganismos que podrían enfermarnos y la hace segura para su consumo. Existen diferentes métodos de desinfección, cada uno con sus beneficios e inconvenientes. La elección del método más adecuado dependerá de las características del agua a tratar, los recursos disponibles y las normas locales de calidad del agua.

**Tanque de Almacenamiento:** El proceso de desinfección se realiza en el tanque de almacenamiento de 874 m<sup>3</sup> de forma rectangular.

**Laboratorio:** Existe un área de laboratorio donde se pueden realizar pruebas fisicoquímicas.

#### **4.2.3. Usuarios de Emptesalia S.A E.S.P.**

En la actualidad, la empresa presta servicios de acueducto a 2761 usuarios, todos ubicados en una localidad urbana. La distribución de agua es constante y eficiente, proporcionando a cada

usuario la misma cantidad de agua todos los días. La infraestructura del acueducto actual es suficiente para satisfacer la demanda de agua de todos sus usuarios. Mirando hacia el futuro, la empresa municipal está explorando fuentes alternativas de abastecimiento de agua para acomodar el crecimiento proyectado del municipio. Este enfoque proactivo asegura que la empresa estará preparada para manejar un aumento en la demanda de agua.

#### **4.2.3.1. Evaluación de la Situación Del Uso Del Agua en el Casco Urbano Del Municipio**

En línea con los objetivos planteados al inicio del trabajo, la idea principal es formular alternativas que promuevan el uso y consumo responsable del agua potable en el casco urbano del municipio de Tesalia-Huila, para cumplir con este requisito se realizado entrevistas comunitarias para poder analizar las necesidades del municipio. En el análisis a continuación veremos los resultados obtenidos en cada encuesta de respuesta para identificar algunas alternativas globalmente efectivas para abordar los temas anteriores.

El tamaño de la muestra se determina mediante la fórmula para determinar poblaciones finitas.

$$Z = 2,05$$

$$N = 2761 \text{ Usuarios}$$

$$p = 96\%$$

$$q = 0,5 \%$$

$$e = 10\%$$

$$n = \frac{2,05^2 * 2761 * 0,96 * 0,5}{0,1^2 * (2761 - 1) + (2,05^2 * 0,96 * 0,05)}$$

$$n = 20,033$$

<b>Z</b>	<b>2,05</b>
----------	-------------

<b>N</b>	2761	
<b>P</b>	96%	0,96
<b>E</b>	10%	0,1
<b>Q</b>	0,05	
<b>N</b>	20,033	

Con el resultado arrojado por la fórmula de la muestra, se determinó un número de 20 encuestas, en la cual se designó el siguiente orden de grupo de encuestados. 10 encuestas para estrato 1, 6 encuestas para estrato 2 y 4 encuestas para estrato 3.

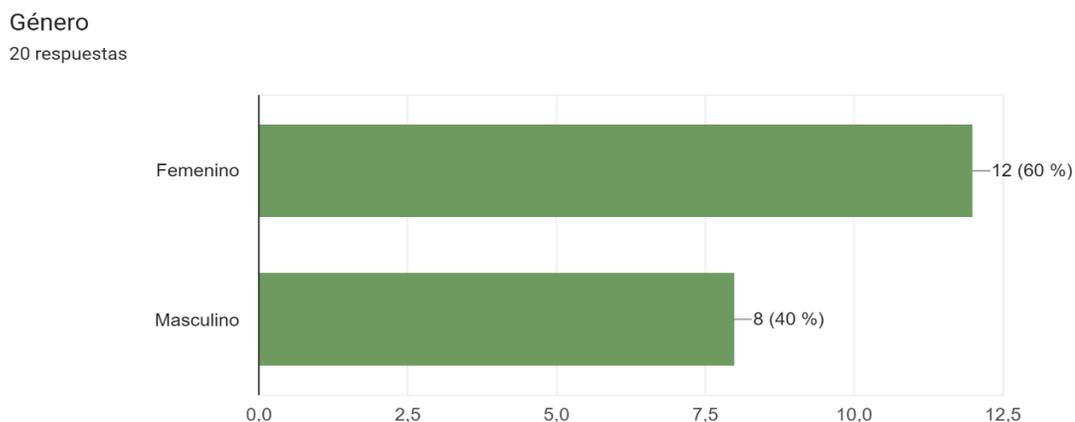
A continuación, se presentan la organización de las condiciones para cada pregunta de la encuesta en relación con percepción del uso y conservación eficiente del agua.

Según la muestra seleccionada (ver ilustración 5), la población femenina contestó 12 encuestas (60%) mientras que los hombres diligenciaron 8 encuestas (40%). Esto señala que las mujeres tuvieron una mayor participación y presentan ventajas en el nivel de conciencia y conocimiento sobre el uso eficiente del agua potable respecto a los hombres. Lo anterior se les atribuye a factores como labores del hogar, interés en el tema, roles sociales, etc.

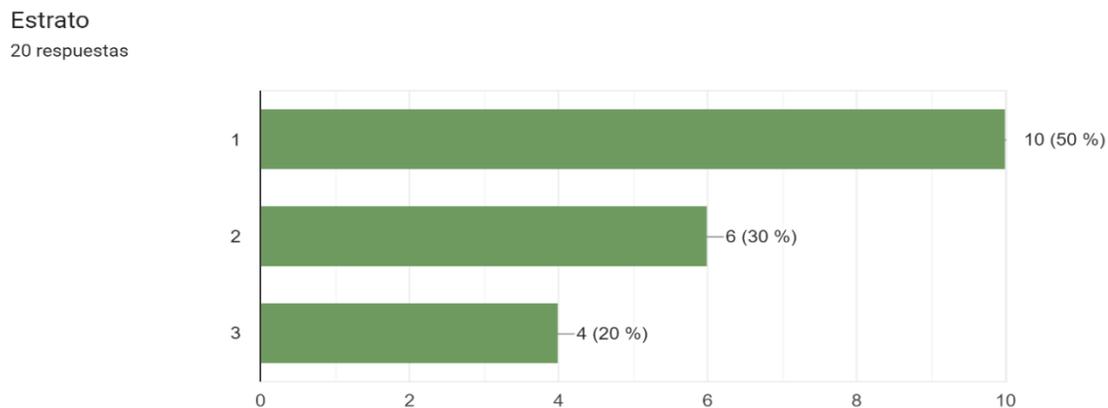
Esta ventaja se analiza desde las diferencias de enfoque. Gran parte de las mujeres se dedican al hogar y realizan actividades domésticas las cuales demandan un uso constante de agua, a diferencia de los hombres que podrían tener un enfoque diferente debido a sus responsabilidades y actividades diarias.

En conclusión, el género nos sirve como base para generar estrategias de conservación del recurso hídrico considerando las perspectivas y roles de cada uno.

### Ilustración 5. Género



Se puede observar (ver ilustración 6) que la mitad (50%) de la población encuestada pertenece a hogares con estrato socioeconómico 1, seguido por el estrato socioeconómico 2 que representa el 30% y, por último, 4 personas (20%) pertenecen al estrato socioeconómico 3. Esto señala que la estratificación influye en la preocupación y compromiso con el uso eficiente y ahorro del agua debido a limitaciones de índole económica con la intención de disminuir gastos en este tipo de servicio. Al mismo tiempo, se generan de manera inconsciente prácticas sostenibles y crea la necesidad de invertir en tecnología que ayude a minimizar el desperdicio del recurso.

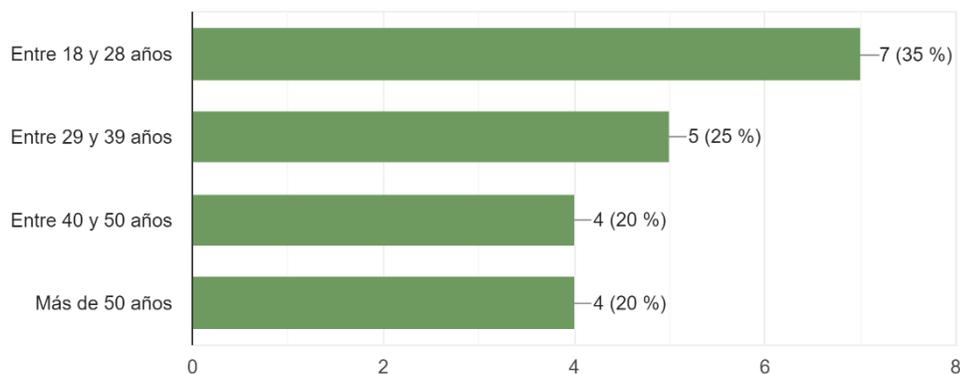
**Ilustración 6. Estrato socioeconómico**

Los resultados arrojan (ver ilustración 7) que del 35 % de personas encuestadas tienen entre 16-28 años. Le sigue las personas entre 29-39 años que representan un 25% y, por último, las personas entre 40-50 años y más de 50 que representan un 20% cada una.

Esta distribución por rangos de edad indica la existencia de una representación imparcial de diferentes generaciones en la aplicación de la encuesta sobre el uso eficiente y ahorro de agua potable en el municipio de Tesalia. De igual forma, sirve de indicador para conocer la conciencia colectiva, que, sin importar la edad, se conoce sobre la importancia de conservar este recurso vital.

### Ilustración 7. Edad

Su edad se encuentra entre  
20 respuestas



La mayoría de la población encuestada (ver ilustración 8) consideran un uso racional y eficiente del agua. Esta afirmación se basa en que 18 de las personas encuestadas respondieron que SI representando un 90% de la población, mientras que, solo 2 personas respondieron que NO representando el 10%.

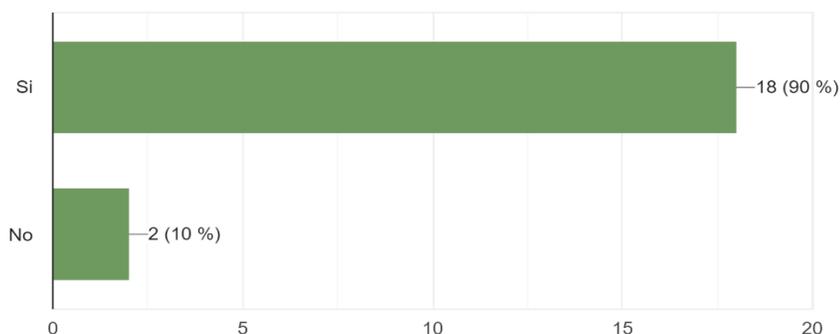
Estos resultados a favor del SI indican un nivel elevado de conciencia y compromiso de los habitantes del municipio de Tesalia para la conservar el agua potable.

Aunque gran parte de la población tiene una percepción positiva, hay que tener en cuenta la población minoritaria (10%) que indica la presencia de desafíos y áreas de mejora relacionadas con el uso del recurso.

### Ilustración 8. Pregunta 1

¿Considera que realiza un uso racional y eficiente del agua?

20 respuestas

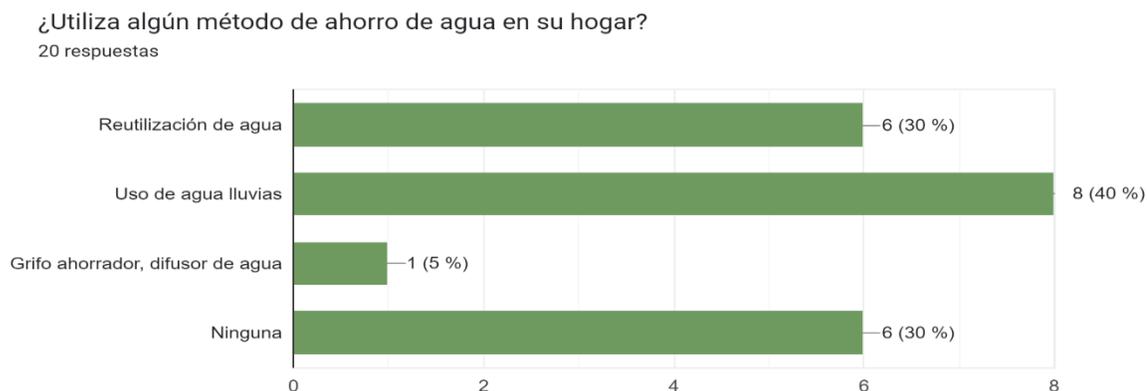


El uso de aguas lluvias (40%) y la reutilización de agua (30%) son las prácticas más comunes entre los participantes de la encuesta (ver ilustración 9). Esto indica un alto nivel de conciencia sobre la necesidad de conservar agua en el municipio de Tesalia.

Las prácticas de reutilización de agua y uso de aguas lluvias son eficaces para la conservación de este recurso, ya que disminuyen la dependencia del suministro de agua potable. Los grifos ahorradores y difusores de agua también son métodos eficientes para el ahorro de agua en los hogares, aunque su uso no es tan extendido según los datos recogidos.

Aunque muchos participantes en la encuesta emplean técnicas de conservación de agua, el 30 % sin estrategia indica que aún hay margen para aumentar la conciencia y las prácticas de ahorro de agua en algunas viviendas. Es posible implementar programas educativos y de sensibilización para fomentar un uso más extendido de los métodos de ahorro de agua, resaltando sus ventajas tanto para el medio ambiente como para la economía doméstica.

### Ilustración 9. Pregunta 2



El 45% de la población encuestada considera que el mayor gasto de agua se efectúa en actividades relacionadas con la cocina como lavar platos y cocinar. Estas actividades generalmente se realizan 3 veces al día, lo que aumenta mucho más el gasto de agua.

El 35% de la población encuestada sugiere que al hacer uso de la lavadora están generando un gran gasto de agua, debido a los ciclos de lavado y frecuencia con la que se utiliza.

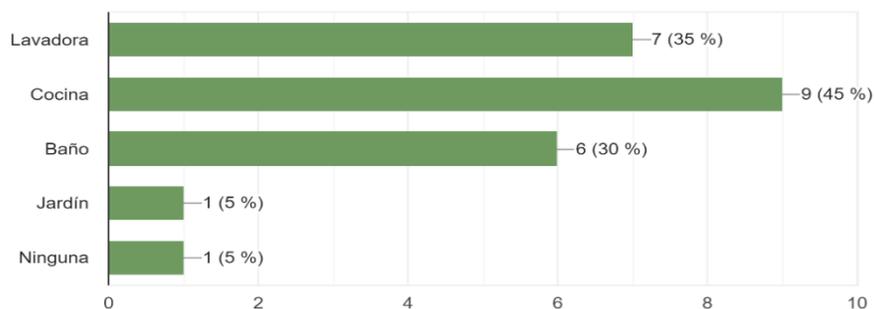
El 30% de la población encuestada mencionó que las actividades relacionadas con la higiene personal y el uso del inodoro también representa un gran gasto de agua que aumenta según el número de integrantes que tenga una familia.

Aunque solo una persona señaló que el riego de jardines y áreas verdes puede consumir mucha agua, hay que considerar que Tesalia es un municipio con clima seco y largos periodos de sequía, donde otras personas fuera de las encuestas pueden utilizar agua potable para estas actividades, lo que genera un desperdicio del recurso.

Finalmente, una de las personas encuestadas respondió la opción “ninguna” lo cual significa que aún no tiene claro que parte del hogar consume más agua (ver ilustración 10).

### Ilustración 10. Pregunta 3

¿Conoce que parte de su hogar gasta más agua?  
20 respuestas

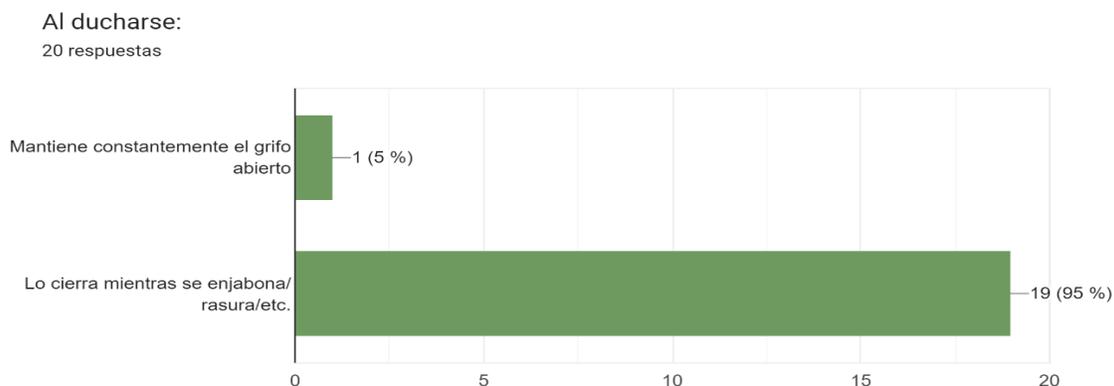


En el baño pasamos menos horas al día, aunque es principalmente aquí donde solemos generar un gran gasto de energía, gas y agua, se gastan de 7 a 20 litros por minuto[23]. A algunas personas les toma entre 20 y 30 minutos una ducha, lo cual es ilógico ya que solo se necesitan 3 a 5 minutos en completarse.

Como se evidencia, el 95% de la población respondió que, al ducharse, cierran el grifo mientras se enjabonan, se afeitan, etc.

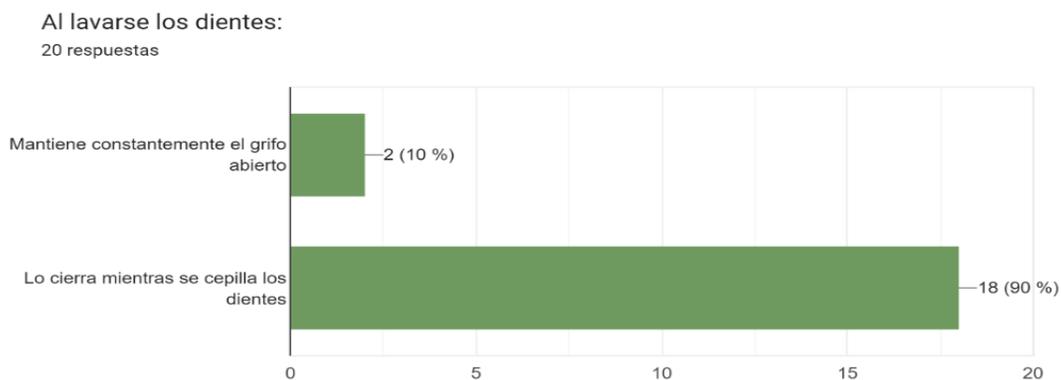
El 5% restante responde que al ducharse mantienen constantemente el grifo abierto (ver ilustración 11).

### Ilustración 11. Pregunta 4



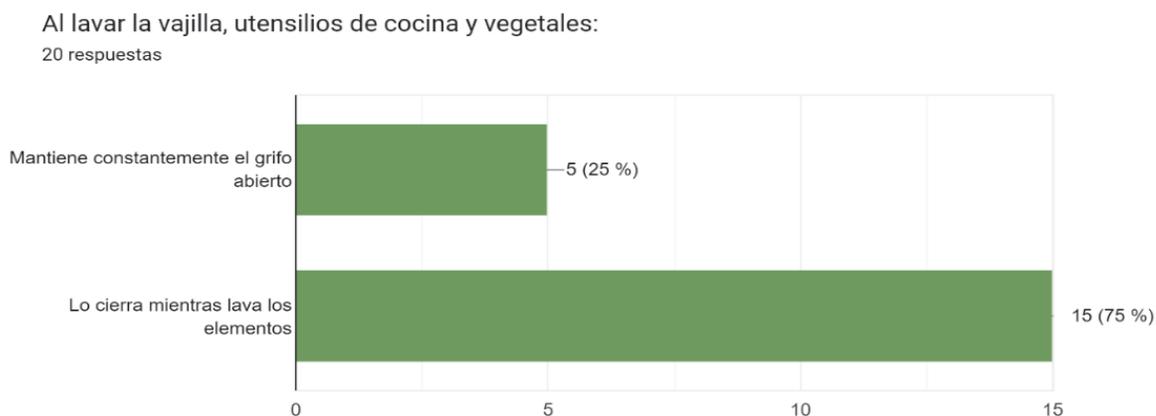
Algunas tareas cotidianas que la mayoría de nosotros realizamos entre 2 y 4 veces al día como lavarnos los dientes, las manos, la cara, etc. generan un gasto de aproximadamente 3 a 15 litros de agua [23]. Según los resultados de la encuesta, 18 de las personas entrevistadas tienen la costumbre de cerrar el grifo cuando no lo están utilizando, representando un 90% de la población. Por otro lado, 2 personas responden que mantienen el grifo abierto mientras se cepillan, esto representa un 10% de la población total (ver ilustración 12).

### Ilustración 12. Pregunta 5



La vajilla forma gran parte del agua utilizada en la cocina, el gasto de agua en esta actividad es de aproximadamente 100 litro de agua [23]. El lavado de platos a mano puede desperdiciar mucha agua, por lo que es importante cerrar el grifo cuando no se esté utilizando. Según los resultados, 15 de las personas encuestadas respondieron que cierran el grifo al momento de enjabonar ya que no necesitan el agua, esta cantidad representa un 75% de la población. Por otro lado, las 5 personas restantes afirmaron que dejan correr el agua mientras enjabonan y mantienen constantemente el grifo abierto representando el 25% de la población (ver ilustración 13).

### Ilustración 13. Pregunta 6

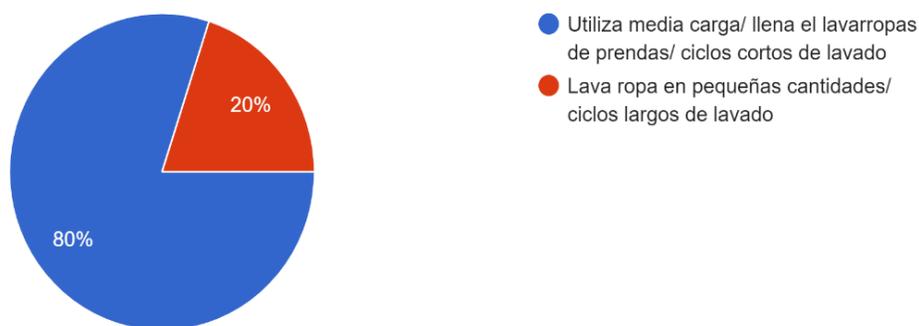


Como se puede observar en las ilustraciones 11, 12 y 13 gran parte de la población mantiene buenos hábitos al momento de utilizar el agua. Es importante resaltar que mantener el grifo abierto durante el desarrollo de estas actividades genera un desperdicio de agua potable que puede ser utilizado para el consumo humano. Así mismo, cerrar el grifo cuando no se necesita trae beneficios como la reducción de costos, genera un impacto positivo al medio ambiente y puede ayudar a generar conciencia y sensibilizar a las personas sobre el uso y consumo responsable del agua.

El gasto promedio de una lavadora es de 50 litros/lavada según el ciclo estándar. [24] En el municipio de Tesalia- Huila, gran parte de sus habitantes cuentan con el acceso a este tipo de electrodomésticos que facilita las actividades de lavado. Según los resultados, 16 de las personas encuestadas recurren a utilizar media carga/llevar el lavarropa de prendas/emplear ciclos de lavados cortos con la intención de usar eficientemente el agua y energía que requieren, representa un 80% de la población encuestada. Por otro lado, 4 personas contestaron que lavan ropa en pequeñas cantidades/ciclos largos de lavado debido a cuidados específicos de la ropa o desconocimiento sobre el gasto de agua que realizan. Representan un 20% de la población. (ver ilustración 14).

#### **Ilustración 14. Pregunta 7**

Al lavar ropa:  
20 respuestas

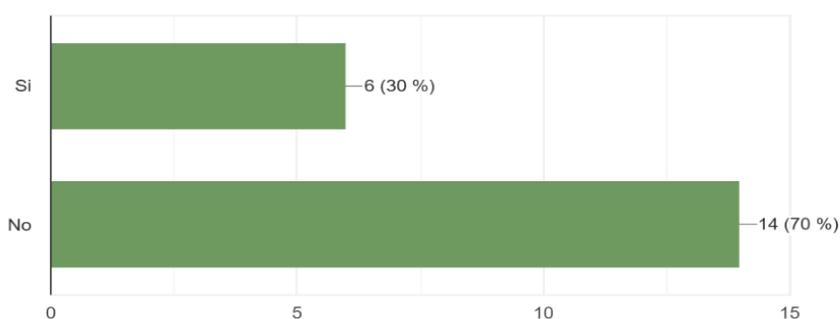


Para evitar problemas con el sistema de desagüe, es importante utilizarlo de manera responsable. La comunidad lo hace bien, ya que evita desechar objetos que puedan obstruirlo. El buen uso del sistema de desagüe es fundamental para evitar problemas, como la saturación de las redes y los reboses. La comunidad lo sabe, y por eso toma las precauciones necesarias. Esto se evidencia en los resultados obtenidos ya que 14 de las personas encuestadas responden que NO

utiliza el inodoro como papelera representando el 70 % de la población. Sin embargo, 7 personas contestaron que le dan este uso al inodoro, esta situación puede ser causada por el desconocimiento del daño ambiental que causan. Para abordar esta problemática es pertinente capacitar a las personas sobre el correcto uso y gestión de los residuos (ver ilustración 15).

### Ilustración 15. Pregunta 8

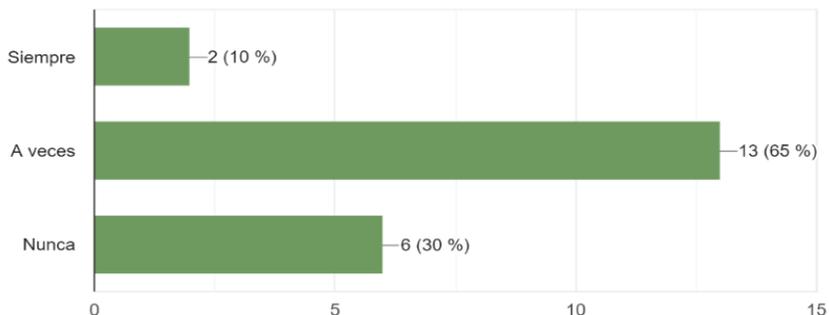
¿Utiliza el inodoro como papelera? (Papeles, comida, condones, etc.)  
20 respuestas



En general, se recomienda descongelar los alimentos en la nevera o a temperatura ambiente, por lo tanto, descongelar los alimentos con agua puede aumentar el consumo de agua en un 300%. Si todos los hogares de un país descongelaran los alimentos con agua caliente, se consumiría una cantidad significativa de agua. Las personas encuestadas no realizan esta actividad frecuentemente (ver ilustración 16).

### Ilustración 16. Pregunta 9

¿Descongela los alimentos a temperatura ambiente en vez de hacerlo debajo del grifo?  
20 respuestas

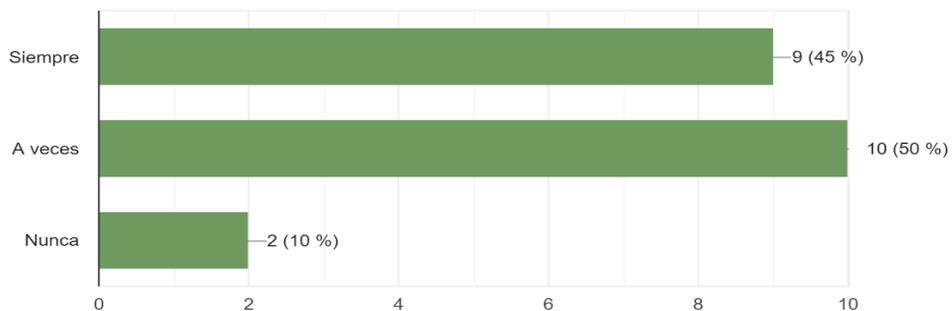


Las fugas de agua potable en las redes de distribución producen desperdicio de agua, reducen la eficiencia de las redes y generan una pérdida económica, ya que el agua se pierde sin control. Por ejemplo, una fuga de agua de 1 gota por minuto puede desperdiciar hasta 6,000 galones de agua al año.

Las personas encuestadas no reparan rápidamente las fugas y los grifos constantemente ya que no se imaginan que no solo aumenta su recibo, si no también genera un impacto en el medio ambiente (ver ilustración).

### Ilustración 17. Pregunta 10

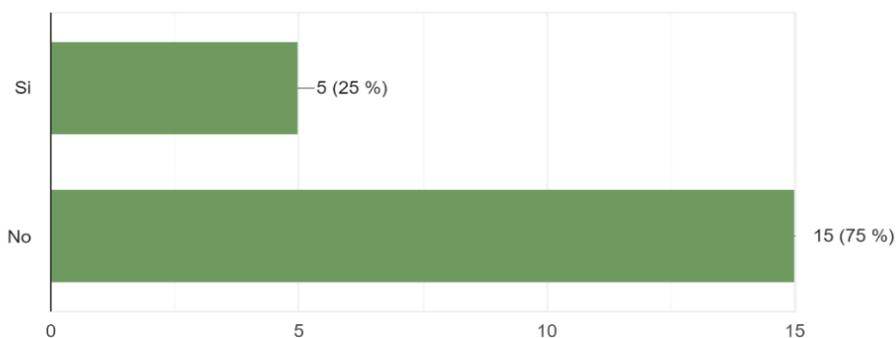
Cuando un grifo gotea por avería ¿es reparado rápidamente?  
20 respuestas



Las pérdidas de agua pueden ocurrir por diferentes razones, y es importante identificarlas para poder reducirlas. Existen sistemas de ahorro de agua que pueden ayudar a reducir las pérdidas hasta un 40%, pero estos sistemas pueden ser costosos o difíciles de entender para la población. Por esta razón, ha sido difícil que la población adopte estos sistemas (ver ilustración 18).

**Ilustración 18. Pregunta 11**

¿Tiene en su hogar infraestructura de reducción de consumo de agua?  
20 respuestas



Al 25% de la población que respondió que si en la pregunta anterior se les pidió que indicara el tipo de infraestructura que utilizaba en su hogar para reducir el consumo de agua, así que contestaron lo siguiente:

Un 66,7% de la población (4 personas) indicaron que reutilizan el agua proveniente de actividades como lavar loza, ropa y ducharse en el riego de jardines y zonas verdes. Así mismo, recolectan las aguas lluvias para emplearla en actividades donde no se requiera el uso de agua potable.

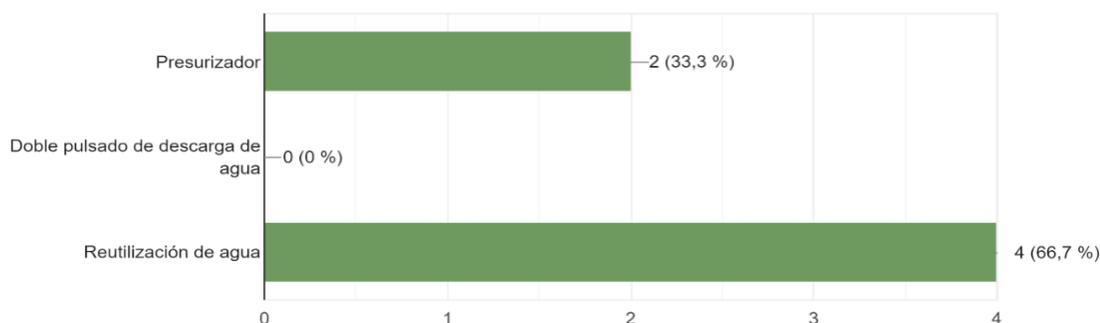
El 33,3% restante (1 persona) respondió que cuentan con un presurizador que, al mejorar la presión del agua, se disminuye el gasto de esta mientras se espera que el flujo del agua alcance la presión deseada.

Por último, la población encuestada se mostró indiferente ante la opción de doble pulsado de descarga de agua, la cual no tuvo ninguna respuesta (Ver ilustración 19).

### Ilustración 19. Pregunta 12

Si respondió de manera afirmativa la pregunta anterior, indique que infraestructura de reducción de consumo de agua que aparecen en la siguiente lista tiene en su hogar:

6 respuestas

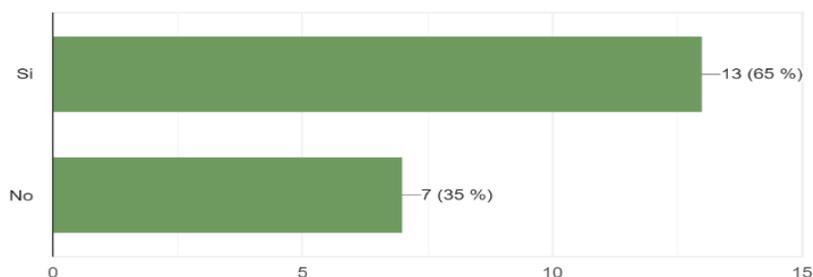


Como se evidenció en el apartado de caracterización el 80% de la población pertenece al estrato 1 y 2. Esto relacionado con la pregunta de los beneficios que genera ahorrar agua se identifica que un 55% de la población (11 personas) toman medidas al ver que su economía se ve afectada debido a los elevados costos en las facturas. Por otro lado, un 45% de la población (9 personas) son conscientes de la escasez de agua que sufrirán sus hijos y las generaciones futuras así que deciden tomar medidas preventivas que les garantice el suministro de este líquido vital.

Finalmente, un 15 % de la población (3 personas) responden que uno de los beneficios es la disminución de la contaminación del agua, una de las formas de conservar el recurso para generaciones futuras (ver ilustración 20).

### Ilustración 20. Pregunta 13

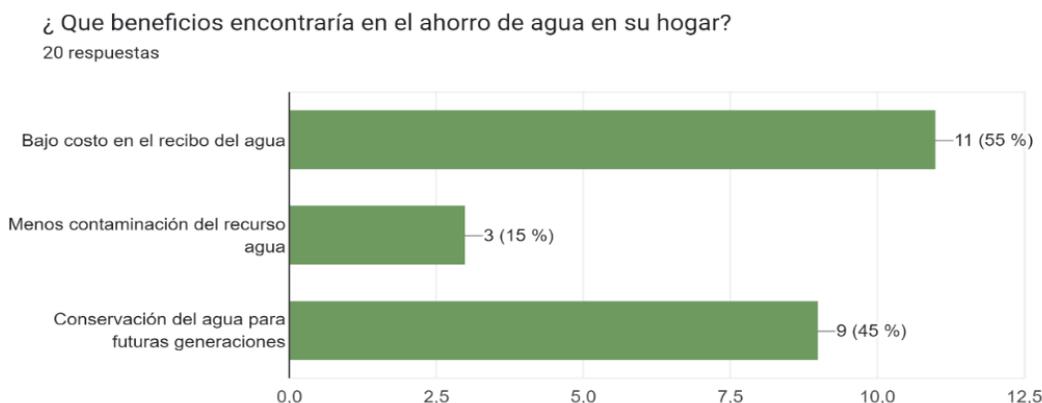
Tras haber respondido la encuesta ¿considera que hace un uso racional y eficiente del agua?  
20 respuestas



Un 65% (13 personas) de las personas entrevistadas, después de pensarlo bien, y mencionarle las consecuencias, se dieron cuenta de que podían aportar y realizar más actividades para ahorrar agua. La mayoría de ellas pensaban que ya estaban haciendo todo lo posible, pero se dieron cuenta de que hay otras cosas que pueden hacer para mejorar su consumo. Esto hizo que muchas personas cambiaran de opinión sobre su uso.

Al contrario, un 35% (personas) resaltaron que aún no tienen claro la importancia del tema, por lo tanto, no consideran que realicen un uso eficiente y racional del recurso (ver ilustración 21).

### Ilustración 21. Pregunta 14



### 4.3. Estrategias de Mejora para el Uso Adecuado del Recurso Hídrico

Las recomendaciones se basan en la implementación de instrumentos económicos y voluntarios que puedan aumentar la productividad y eficiencia del agua en el municipio de Tesalia-Huila, que deben tratarse con mucha cautela, ya que no se pueden proponer mejoras sin el permiso del municipio, especialmente del competente. Como el plan aún no se ha implementado en su totalidad, se han propuesto estrategias para lograr buenos resultados, tanto económicos como de sensibilización de la población.

Se identificaron seis (5) estrategias, que se clasificaron en dos tipos: las tecnológicas y las relacionada con el cambio de las conductas sociales. Estas estrategias se seleccionaron basándose en los resultados obtenidos en el diagnóstico del consumo de agua residencial en la etapa previa.

**Tabla 5.** Estrategias de ahorro de agua

Grupo	Estrategia	Porcentaje de reducción
<b>Tecnológico</b>	Adaptación de dispositivos ahorradores	20% a 30%

	Cambio de tecnologías ahorradoras	25% a 35%
	Reparación de fugas	30% a 40%
<b>Cultural</b>	Cultura de agua (cambio en los hábitos de consumo)	5% a 10%
	Normativo	5% a 15%

**Fuente:** Trujillo Cardona y Sarmiento Ocampo en 2012 [22]

Es a través de las estrategias anteriores que buscamos reducir, Por ejemplo, el consumo de agua para las actividades comerciales y domésticas diarias. Esto requiere tomar medidas desde el punto de vista del manejo de la demanda. Cambiando los hábitos de consumo e incorporando tecnología Ahorrar agua, contribuyendo así a reducir la escasez de agua en el municipio.

#### ***4.3.1. Adaptación de Dispositivos Ahorradores***

El objetivo de la estrategia tecnológica es instalar dispositivos que disminuyan el flujo o el volumen de descarga, permitiendo un progreso respecto a las adaptaciones en los sistemas o componentes hidráulicos convencionales, como excusados, duchas, grifos de lavado y aspersores para riego que consumen grandes cantidades de agua.

La implementación de sistemas de conservación de agua en los hogares asegura un uso continuo y eficiente del recurso, lo que resulta en disminuciones del 10% al 40% en el consumo de agua. Esto no solo se traduce en ahorros en términos de consumo de agua, sino también en beneficios económicos [25].

Entre los dispositivos ahorrativos que se pueden integrar en las viviendas y tienen un uso más frecuente son:

**Aireador o Eyector Perlizador:** La cantidad de agua que se puede ahorrar con un aireador varía según el tipo de aireador y el caudal del grifo. Sin embargo, en general, los aireadores pueden

reducir el consumo de agua entre un 30% y un 60%. Un grifo con un caudal de 10 litros por minuto que se utiliza durante 10 minutos al día consume 100 litros de agua. Si se instala un aireador que reduce el caudal a 6 litros por minuto, el consumo se reduce a 60 litros, lo que representa un ahorro de 40 litros por día.

Los aireadores tienen un precio relativamente bajo, que oscila entre \$5.000 y \$30.000 pesos colombianos, dependiendo del tipo y la marca, tiene un precio de \$15.000 pesos colombianos y reduce el consumo de agua en un 40%. La familia que lo utiliza consume 100 litros de agua al día y paga \$2.000 pesos por metro cúbico de agua.

$$\text{Ahorro de agua: } 100 \text{ litros/día} * 0,40 = 40 \text{ litros/día}$$

$$\text{Ahorro anual de agua: } 40 \text{ litros/día} * 365 \text{ días/año} = 14.600 \text{ litros/año}$$

$$\text{Ahorro anual en la factura del agua: } 14.600 \text{ litros/año} * \$2.000/\text{m}^3 = \$29.200/\text{año}$$

$$\text{Punto de equilibrio: } \$15.000 / \$29.200/\text{año} = 0,51 \text{ años}$$

En este caso, el punto de equilibrio se alcanza en 6 meses, es una inversión rentable que puede ayudar a ahorrar agua y dinero. El costo inicial se recupera rápidamente a través del ahorro en la factura del agua.

**Ilustración 22.** Aireador o Eyector Perlizador

Fuente: [www.ecolocbarna.com](http://www.ecolocbarna.com)

**Duchas Inteligentes:** La cantidad de agua que se puede ahorrar con una ducha inteligente varía según el modelo, la configuración y los hábitos de consumo. En general, las duchas inteligentes pueden reducir el consumo de agua entre un 20% y un 70%, en una familia de 4 personas que se ducha una vez al día, el ahorro anual de agua con una ducha inteligente podría ser de hasta 58.400 litros.

Una ducha estándar consume alrededor de 80 litros de agua por cada 10 minutos de ducha. Si se instala una ducha inteligente que reduce el consumo a 40 litros por cada 10 minutos de ducha, el ahorro sería de 40 litros por ducha.

Las duchas inteligentes tienen un precio que varía entre \$50.000 y \$300.000 pesos colombianos, dependiendo del modelo, las funciones y la marca.

La instalación de una ducha inteligente puede ser más compleja que la de una ducha tradicional, por lo que es recomendable contratar a un profesional. El costo de instalación puede variar entre \$50.000 y \$100.000 pesos colombianos.

Ahorro de agua: 100 litros/ducha \* 0,40 = 40 litros/ducha

Ahorro anual de agua: 40 litros/ducha \* 365 días/año \* 4 personas = 58.400 litros/año

Ahorro anual en la factura del agua: 58.400 litros/año \* \$2.000/m<sup>3</sup> = \$116.800/año

Costo total de la ducha inteligente: \$100.000 (precio de compra) + \$50.000 (costo de instalación) = \$150.000

Punto de equilibrio: \$150.000 / \$116.800/año = 1 año

### **Ilustración 23.** Aireador o Eyector Perlizador



**Fuente.** <https://www.hidrologiasostenible.com>

**Reductor Volumétrico de Caudal:** Este instrumento permite la reducción de la presión y regulación del volumen de agua que transita por una tubería de cierto diámetro, la cantidad de agua que se puede ahorrar con un reductor volumétrico de caudal varía según el tipo de reductor, el caudal del grifo y los hábitos de consumo. En general, los reductores volumétricos de caudal pueden reducir el consumo de agua entre un 18% y un 50%.

Un grifo con un caudal de 10 litros por minuto que se utiliza durante 10 minutos al día consume 100 litros de agua. Si se instala un reductor volumétrico de caudal que reduce el caudal

a 6 litros por minuto, el consumo se reduce a 60 litros, lo que representa un ahorro de 40 litros por día.

Los reductores volumétricos de caudal tienen un precio relativamente bajo, que oscila entre \$5.000 y \$30.000 pesos colombianos, dependiendo del tipo y la marca. Los reductores volumétricos de caudal pueden reducir el consumo de agua entre un 18% y un 50%. En una familia de 4 personas, el ahorro anual de agua con un reductor volumétrico de caudal puede ser de hasta 50.000 litros.

Un reductor volumétrico de caudal tiene un precio de \$15.000 pesos colombianos y reduce el consumo de agua en un 40%. La familia que lo utiliza consume 100 litros de agua al día y paga \$2.000 pesos por metro cúbico de agua.

Ahorro de agua:  $100 \text{ litros/día} * 0,40 = 40 \text{ litros/día}$

Ahorro anual de agua:  $40 \text{ litros/día} * 365 \text{ días/año} = 14.600 \text{ litros/año}$

Ahorro anual en la factura del agua:  $14.600 \text{ litros/año} * \$2.000/\text{m}^3 = \$29.200/\text{año}$

Punto de equilibrio:  $\$15.000 / \$29.200/\text{año} = 0,51 \text{ años}$

En este caso, el punto de equilibrio se alcanza en 6 meses.

**Ilustración 24.** *Reductor volumétrico de caudal*



**Fuente:** <https://www.hidrologiasostenible.com>

### 4.3.2. *Cambio de Tecnologías Obsoletas a Tecnologías Ahorradoras*

Cuando se presentan diversas dificultades de adaptación de los equipos antiguos con dispositivos ahorradores, es pertinente considerar el reemplazo de estos. Así se usa como estrategias para reemplazar tecnologías anticuadas por tecnologías que permitan reducir el consumo de agua en las viviendas.

**Cisternas (inodoros) Con Interrupción de Descarga:** Las cisternas con interrupción de descarga pueden ahorrar entre un 20% y un 40% de agua, dependiendo del modelo y los hábitos de consumo. Por ejemplo, una cisterna de este tipo con una capacidad de 6 litros puede reducir el consumo promedio a 4,5 litros por uso, ahorrando 5,5 litros por descarga en comparación con una cisterna tradicional de 10 litros.

Las cisternas con interrupción de descarga tienen un precio que varía entre \$100.000 y \$300.000 pesos colombianos, dependiendo del modelo, la capacidad y la marca, La instalación puede ser más compleja que la de una cisterna tradicional, por lo que es recomendable contratar a un profesional. El costo de instalación puede variar entre \$50.000 y \$150.000 pesos colombianos.

Una cisterna con interrupción de descarga tiene un precio de \$200.000 pesos colombianos y reduce el consumo de agua en un 30%. La familia que la utiliza consume 10 litros de agua por cada descarga y paga \$2.000 pesos por metro cúbico de agua.

Ahorro de agua:  $10 \text{ litros/descarga} * 0,30 = 3 \text{ litros/descarga}$

Ahorro anual de agua:  $3 \text{ litros/descarga} * 5 \text{ descargas/día} * 365 \text{ días/año} = 54.750 \text{ litros/año}$

Ahorro anual en la factura del agua:  $54.750 \text{ litros/año} * \$2.000/\text{m}^3 = \$109.500/\text{año}$

Costo total de la cisterna con interrupción de descarga: \$200.000 (precio de compra) + \$100.000 (costo de instalación) = \$300.000

Punto de equilibrio:  $\$300.000 / \$109.500/\text{año} = 2,74 \text{ años}$

En este caso, el punto de equilibrio se alcanza en 2,74 años.

Las cisternas con interrupción de descarga son una inversión rentable que puede ayudar a ahorrar agua y dinero. El costo inicial se recupera en un plazo razonable a través del ahorro en la factura del agua.

**Ilustración 25.** *Cisternas con interrupción.*



**Fuente.** <https://www.hidrologiasostenible.com>

**Inodoros Economizadores:** Los inodoros economizadores pueden reducir el consumo de agua entre un 30% y un 70%. En una familia de 4 personas que utiliza el inodoro 5 veces al día, el ahorro anual de agua con un inodoro economizador puede ser de hasta 41.025 litros.

Los inodoros economizadores tienen un precio que varía entre \$200.000 y \$800.000 pesos colombianos, dependiendo del modelo, la capacidad y la marca y su instalación de un inodoro economizador puede ser más compleja que la de un inodoro tradicional, por lo que es recomendable contratar a un profesional. El costo de instalación puede variar entre \$50.000 y \$150.000 pesos colombianos.

Un inodoro economizador tiene un precio de \$300.000 pesos colombianos y reduce el consumo de agua en un 40%. La familia que lo utiliza consume 10 litros de agua por cada descarga y paga \$2.000 pesos por metro cúbico de agua.

Ahorro de agua:  $10 \text{ litros/descarga} * 0,40 = 4 \text{ litros/descarga}$

Ahorro anual de agua:  $4 \text{ litros/descarga} * 5 \text{ descargas/día} * 365 \text{ días/año} = 73.000 \text{ litros/año}$

Ahorro anual en la factura del agua:  $73.000 \text{ litros/año} * \$2.000/\text{m}^3 = \$146.000/\text{año}$

Costo total del inodoro economizador: \$300.000 (precio de compra) + \$100.000 (costo de instalación) = \$400.000

Punto de equilibrio:  $\$400.000 / \$146.000/\text{año} = 2,74 \text{ años}$

En este caso, el punto de equilibrio se alcanza en 2 a 3 años.

### **Ilustración 26.** *Inodoros economizadores*



**Fuente.** <https://www.hidrologiasostenible.com>

### ***4.3.3. Reparación de Fugas***

El enfoque para manejar las fugas presentes y futuras en las residencias busca establecer acciones de control, prevención, rectificación y atenuación de potenciales problemas técnicos en el sistema de distribución o el cuidado preventivo de las instalaciones sanitarias de las casas. Mediante la corrección de fugas, se intenta reducir al mínimo de las pérdidas en el sistema, que pueden exceder el 10 % del uso total de una casa.

### ***4.3.4. Cambio de la Conducta Social o Educación***

La estrategia cultural de ahorro de agua tiene como objetivo sensibilizar a la población sobre la importancia del agua y la necesidad de ahorrarla. Para ello, se realizan campañas audiovisuales, talleres y foros de educación ambiental que buscan generar conciencia y responsabilidad en el uso del agua. Además, se trabaja con los medios de comunicación y los actores sociales para promover la cultura del agua.

Modificar los hábitos y comportamientos de los usuarios de EMPRESALIA S.A E.S. P, para que utilicen el agua de manera eficiente. Para ello, se trabaja con la comunidad para generar conciencia sobre la importancia del agua y la necesidad de ahorrarla. Además, se busca promover cambios en los hábitos de consumo, como tomar duchas más cortas, cerrar el grifo cuando no se esté utilizando el agua, y reparar las fugas de agua.

La implementación de esta estrategia requiere de la participación de diferentes actores, como la empresa de servicios públicos, las instituciones educativas, las organizaciones sociales, y la comunidad en general.

Es importante evaluar la efectividad de una estrategia de cambio de hábitos de consumo a través de un plan de supervisión y seguimiento. Este programa debe evaluar el efecto de la puesta en marcha de un plan de enseñanza para determinar si se están logrando los resultados esperados.

Se proyecta que estas iniciativas de enseñanza pueden generar una reducción del 4% al 5% en el uso total de agua en las viviendas.

#### **4.3.5. Normativa**

La estrategia cultural de ahorro de agua busca crear normativas y regulaciones para garantizar mejores prácticas en el uso del agua. Estas normativas pueden incluir restricciones al lavado de carros, aceras, riego de jardines, y reutilización del recurso. Además, se pueden incorporar medidores de agua, dispositivos tecnológicos, y otros criterios para monitorear el consumo de agua y fomentar el ahorro.

Si bien la estrategia incluye normas y regulaciones para el uso del agua, se propone una etapa inicial donde se fomenten acciones voluntarias e innovadoras por parte de la población más comprometida. Esta fase servirá para construir consenso social, experimentar, difundir conocimiento operativo y capacitar a los participantes [26].

Cada nueva edificación, ya sea residencial o industrial, dentro del municipio, debe cumplir obligatoriamente con lo siguiente: tener medidores de agua individuales para cada vivienda o local, incluso si se instala un sistema centralizado de agua caliente; incorporar perlizadores, economizadores de flujo o dispositivos similares, y un mecanismo que reduzca el flujo de agua en los grifos de los sanitarios y duchas. Además, los grifos de los sanitarios de uso público deben estar equipados con temporizadores o algún mecanismo similar que limite el flujo de agua a un litro por uso [26].

Se proyecta que, a través de la puesta en marcha de regulaciones y limitaciones en el uso del agua, se logra una disminución en el consumo entre 10% y un 29% [27].

### **Conclusiones**

- El análisis del recurso hídrico muestra que la cuenca tiene condiciones adecuadas para abastecer la zona urbana del municipio. El sistema hidráulico de recolección, transporte y

distribución se encuentra en buen estado, pero algunos tramos son antiguos y generan pérdidas de agua.

- La EMPRESALIA S.A E.S.P. tiene la responsabilidad de reemplazar las tuberías de conducción anticuadas y de cambiar y activar las válvulas hidráulicas. Deberá reparar las áreas problemáticas en la tubería de conducción y, posteriormente, los usuarios deberán implementar la micro medición.

- En las viviendas analizadas, se ha observado que no se han implementado prácticas de ahorro de agua, ya que el 75% de los usuarios no dispone de equipamiento o tecnología que optimice el consumo de agua. Esto incluye elementos como reductores de caudal, aireadores, teclas de doble descarga, entre otros, que podrían disminuir el uso de agua en las distintas instalaciones sanitarias de la vivienda. Esta situación es una oportunidad para promover el ahorro y el uso eficiente del agua.

- Durante la recopilación de datos para identificar el uso del recurso hídrico, se observó que el principal beneficio del ahorro de agua es la reducción del costo en la factura de agua, y no la preservación del agua para las futuras generaciones.

- Las estrategias para usar el agua de manera eficiente y ahorrarla dependen de dos factores: las prácticas de ingeniería y las prácticas socioeconómicas. En este sentido, los usuarios residenciales son un grupo importante para actuar, ya que se pueden utilizar herramientas de sensibilización e intervenciones prácticas para formar usuarios recién incorporados para comprenden la importancia de un uso eficaz del agua.

- A partir del análisis financiero de las tácticas tecnológicas, se observa que la recuperación de la inversión ocurre en un plazo determinado y la disminución del consumo en la factura se considera algo viable como criterio para implementar estrategias. La empresa de

servicios públicos considerará ciertos métodos financieros para los usuarios al momento de cambiar de tecnología

### **Recomendaciones**

- La evaluación diagnóstica reveló que el consumo en la categoría residencial supera significativamente la dotación neta establecida por la RAS 2017 de 130 L\*día/hab. Esta discrepancia subraya la necesidad de implementar medidas de ahorro y uso eficiente del agua para

cumplir con las normas establecidas y reducir el consumo excesivo. Al hacerlo, se pueden obtener beneficios económicos, sociales y ambientales que impactarán positivamente tanto a las generaciones actuales como a las futuras.

- Es necesario realizar un estudio exhaustivo sobre la disponibilidad de agua en la región y las formas en que se puede aprovechar, teniendo en cuenta el impacto ambiental que puedan tener estas actividades.

- Se detectó que no existe un registro documental de evaluaciones y muestra de agua. Se sugiere establecer formatos y bases de datos para documentar estos datos en tiempo real, lo que permitirá su uso en la toma de decisiones y en auditorías independientes.

- Se sugiere que este documento sea la principal referencia para tomar decisiones en la implementación del programa de ahorro y uso eficiente del agua, para cumplir con las regulaciones establecidas por la autoridad ambiental. Esta estrategia administrativa podría ser muy beneficiosa.

## Referencias Bibliográficas

[1] Comité consejo técnico TAC, “Manejo Integrado de Recursos hídricos”, Global Water Partnership, (2000). Disponible de:

<https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-spanish.pdf>

[2] UNESCO-PNUMA. Congreso Sobre Educación y Formación Ambiental. Moscú: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1987). [en línea] Disponible en:

<https://sites.google.com/site/historiaeducacionambiental/decada-de/1987>

[3] Sánchez, L. D., & Sánchez, A. “Uso Eficiente Del Agua. Ponencias sobre una perspectiva general temática. Revista Unam. 2004. [en línea]. Disponible en:

<https://revistas.unam.mx/index.php/matices/article/view/25738>

[4] Organización de las naciones unidas, objetivos de desarrollo sostenible (obj. 6). 2023. [en línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

[5] Alcaldía Municipio Tesalia. Empresa Pública Municipal De Acueducto Y Alcantarillado. Programa De Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua (PUEAA). 2020.[en línea]. Disponible en:

[https://www.tesalia-huila.gov.co/Transparencia/PoliticasyLineamientos/24147\\_sistema-de-seguimiento-la-plan-de-desarrollo-unificado-v1-2020.pdf](https://www.tesalia-huila.gov.co/Transparencia/PoliticasyLineamientos/24147_sistema-de-seguimiento-la-plan-de-desarrollo-unificado-v1-2020.pdf)

[6] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. 2017. [en línea]. Disponible en:

<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

[7] Naciones unidas, Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. 2022. [en línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/water>

[8] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (s.f.). [en línea] Disponible en:

<https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/#:~:text=La%20GIRH%20se%20define%20como,sustentabilidad%20de%20los%20ecosistemas%20vitaless.>

[9] LA FAO, U. C. E., Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1990. [en línea]. Disponible en:

[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/Employment/docs/Recruitment\\_brochure\\_final\\_Spanish2.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/Employment/docs/Recruitment_brochure_final_Spanish2.pdf)

[10] Rueda, S., “Un nuevo urbanismo para una ciudad más sostenible”, Artículo" I Encuentro de Redes de Desarrollo Sostenible y de Lucha contra el Cambio Climático, (2013). Disponible en:

[https://www.fao.org/water/eshttps://cuimpb.cat/politiquesurbanes/docs/Num\\_19\\_Un\\_nuevo\\_urbanismo\\_para\\_una\\_ciudad\\_mas\\_sostenible\\_Salva\\_Rueda.pdf](https://www.fao.org/water/eshttps://cuimpb.cat/politiquesurbanes/docs/Num_19_Un_nuevo_urbanismo_para_una_ciudad_mas_sostenible_Salva_Rueda.pdf)

[11] Saravia Matus, S., Gil Sevilla, M., Fernández, D., Montañez, A., Blanco, E., Naranjo, L., ... & Sarmanto, N., “Oportunidades de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe”, Repositorio digital, N° 213, 2022. [en línea]. Disponible en:

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3413ec71-7292-4ce7-95a8-a6b4aa53faae/content>

[12] Paredes Mosquera, H. H., Chará Ordóñez, W. D., Castaño Gómez, D. M., Dueñas Torres, S., Mueses Chacua, A. M., & Valdés Mosquera, J. A., “Análisis jurídico y situacional sobre el uso y conservación del agua en Popayán”, Justicia, (31), 87-102, (2013), [en línea]. Disponible en:

<https://doi.org/10.17081/just.22.31.2600>

[13] Lozada Suaza, J. A, Alternativas para el uso y consumo responsable de agua potable en la cabecera municipal del Patía–Cauca [Tesis doctoral], Uniautónoma del Cauca, (2022).

[14] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Uso Eficiente y Ahorro del Agua. (s.f). [en línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/>.

[15] Decreto 1449 De 1977. Por El Cual Se Reglamentan Parcialmente El Inciso 1 Del Numeral 5 Del Artículo 56 De La Ley Número 135 De 1961 Y El Decreto-Ley Número 2811 De 1974. (junio 27). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial No. 34827. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1503>

[16] Ley 373 De 1997. Por La Cual Se Establece El Programa Para El Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua. (junio 6). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial No. 34827. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1503>

[17] Decreto 3102 De 1997. Por El Cual Se Reglamenta El Artículo 15 De La Ley 373 De 1997 En Relación Con La Instalación De Equipos, Sistemas E Implementos De Bajo Consumo De Agua. (diciembre 30). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial 43.205. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3333>

[18] Resolución 1096 de 2000. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS". (noviembre 17). Ministerio de desarrollo económico. [https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema\\_Gestion\\_de\\_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad\\_Gnl/Resolucion%201096%20de%202000-Nov-17.pdf](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%201096%20de%202000-Nov-17.pdf)

[19] Decreto 1506 de 2012. Por Medio Del Cual Se Establecen Disposiciones Para Garantizar la Continuidad de los Servicios Públicos Domiciliarios de Energía, Gas, Acueducto, Alcantarillado y Aseo Ante Desastres o Calamidades (enero 10). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial **48308**.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=45332#:~:text=por%20medio%20de%20la%20cual,y%20su%20forma%20de%20vida.>

[20] Decreto 1640 de 2012. Por Medio Del Cual Se Reglamentan Los Instrumentos Para La Planificación, Ordenación Y Manejo De Las Cuencas Hidrográficas Y Acuíferos, Y Se Dictan Otras Disposiciones. (agosto 2). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial 48510.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1503>

[21] Bioestadístico, fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas. (s.f.). [en línea].

Disponible en: <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

[22] Trujillo Cardona, C. D., & Sarmiento Ocampo, J. F. Estrategias de ahorro y uso eficiente en centros educativos, caso de estudio edificio de la facultad de Ciencias Ambientales. [tesis pregrado]. Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, 2012.

<https://repositorio.utp.edu.co/items/9f98648e-50bd-40c1-9422-8abbbec7a2bc>

[23] Alcaldía de Santiago de Cali, Tips para Ahorro del Agua en el Hogar. 2012. [en línea].

Disponible en:

[https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/47939/tips\\_para\\_ahorro\\_del\\_agua\\_en\\_el\\_hogar/](https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/47939/tips_para_ahorro_del_agua_en_el_hogar/)

[24] El tiempo, Siete trucos para ahorrar agua usando la lavadora. 2022. [en línea]. Disponible

en: <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/tutoriales-tecnologia/lavadora-trucos-para-ahorraragua-cuando-lava-ropa-661524>

[25] Castillo Corrales, A., & Moreno Acebedo, y. P., Diseño del programa de ahorro y uso eficiente del agua de la escuela de cadetes de la policía general Francisco de Paula Santander, [tesis pregrado], Universidad Manuela Beltrán Facultad de Ingeniería, Bogotá D.C, 2011.

[26] Viñuales, E. V. “la eficiencia en el uso del agua en la ciudad: algunas enseñanzas de las ciudades ahorradoras de agua”, Fundación Nueva Cultura del Agua, (2001). [en línea].

Disponible en: <https://fnca.eu/biblioteca-del-agua/directorio/file/2035-1306271428-239>

[27] Trujillo Velazquez, J. S, Estimación de la demanda de agua urbana residencial, [tesis maestría], Universidad Nacional De Colombia, Medellín, 2009.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2557>

[28] Grupo Acura. Uso eficiente del agua en la industria: ganancias, procesos y prácticas. 2021.

[en línea] Disponible en: <https://grupoacura.com/es/blog/uso-eficiente-del-agua/>

[29] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Gestión Integral del Recurso Hídrico. (s.f).

[en línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/>

[30] Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. 2022. [en línea]. Disponible en:

<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

[31] Decreto 303 de 2012. Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 64 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en relación con el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y se dictan otras disposiciones (6 febrero). Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/decreto-0303-2012.pdf>

[32] Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones (julio 11). Departamento Administrativo de la Función Pública.

Diario oficial 41.433.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>

[33] Decreto 155 de 2004. Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones (enero 22). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial 45.439.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=13545>

[34] Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (mayo 9). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial 46623.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>

[35] Decreto 1480 de 2007. por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones (mayo 4). Departamento Administrativo de la Función Pública. Diario oficial 46.618.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=25347>

[36] Resolución 2115 de 2007. 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 (junio 22). Ministerio de la protección social. Diario oficial 46679.

[https://www.hwts.info/document/3b3d3a17/resolucion-2115-de-2007-lineamientos-calidad-del-agua-potable-colombia?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwr7ayBhAPEiwA6EIGxD\\_MpvVNxT\\_PFOFOq\\_VSbwyAKoWObcbYhV-nwn\\_Dx4B8wkGdP5HOatxoC7wQQAyD\\_BwE](https://www.hwts.info/document/3b3d3a17/resolucion-2115-de-2007-lineamientos-calidad-del-agua-potable-colombia?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwr7ayBhAPEiwA6EIGxD_MpvVNxT_PFOFOq_VSbwyAKoWObcbYhV-nwn_Dx4B8wkGdP5HOatxoC7wQQAyD_BwE)

## Glosario

**Captación:** Se refiere al proceso de recolección y almacenamiento de agua proveniente de diversas fuentes, para utilizarla para fines beneficiosos.

**Caudal:** Se refiere a la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo, usualmente se mide en litros por segundo (L/s).

**Consumos:** Se refiere a la cantidad de agua que se utiliza para cubrir las necesidades cotidianas como el consumo personal, la higiene, la limpieza, el riego, entre otros.

**Demanda:** Hace alusión al volumen de agua, en términos de cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos adquirir para alcanzar una meta específica de producción o consumo.

**Fuente abastecedora:** La fuente de abastecimiento de agua es el lugar natural donde se encuentra el agua que se utilizará para abastecer a una población. Debe ser un lugar permanente y con suficiente agua, y puede ser superficial o subterránea. El agua se puede transportar desde la fuente de abastecimiento hasta la población por gravedad o por bombeo.

**Oferta hídrica:** Se refiere al volumen de agua, medido por unidad de tiempo, que fluye sobre la superficie del suelo, sin considerar la cantidad que se infiltra o se evapora.

**PUEAA:** El Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) consiste en una serie de acciones que deben ser adoptadas por las organizaciones responsables de los servicios de agua,

alcantarillado, riego, drenaje y producción de energía hidroeléctrica, así como por otros usuarios del agua. El objetivo de estas acciones es disminuir el uso de agua y aumentar su eficiencia.

**Uso eficiente del agua:** Buenas prácticas de aprovechamiento del recurso hídrico, en todas sus formas, que determinen la sostenibilidad del recurso y bajos costos tanto ambientales como económicos.

**Agua:** El agua es un elemento esencial para la vida, con propiedades únicas que la hacen indispensable para los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en la naturaleza

**Agua potable:** El agua potable cumple con los requisitos establecidos por las autoridades sanitarias para que la población humana pueda consumirse sin problemas de salud.



## Anexos

## **ENCUESTA ENFOCADA AL USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA POTABLE**

Se está realizando una campaña por un consumo de agua responsable. Nos interesa averiguar qué acciones realiza los ciudadanos en sus hogares para el ahorro de agua. Por favor, conteste las siguientes preguntas

*\* Indica que la pregunta es obligatoria*

---

1. Nombre: \*

---

2. Género \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Femenino

Masculino

3. Estrato \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

1

2

3

4. Su edad se encuentra entre \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Entre 18 y 28 años

Entre 29 y 39 años

Entre 40 y 50 años

Más de 50 años

5. ¿Considera que realiza un uso racional y eficiente del agua? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Si
- No

6. ¿Utiliza algún método de ahorro de agua en su hogar? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Reutilización de agua
- Uso de agua lluvias
- Grifo ahorrador, difusor de agua
- Ninguna

7. ¿Conoce que parte de su hogar gasta más agua? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Lavadora
- Cocina
- Baño
- Jardín
- Ninguna

8. Al ducharse: \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Mantiene constantemente el grifo abierto
- Lo cierra mientras se enjabona/rasura/etc.

## 9. Al lavarse los dientes: \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Mantiene constantemente el grifo abierto
- Lo cierra mientras se cepilla los dientes

## 10. Al lavar la vajilla, utensilios de cocina y vegetales: \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Mantiene constantemente el grifo abierto
- Lo cierra mientras lava los elementos

## 11. Al lavar ropa: \*

*Marca solo un óvalo.*

- Utiliza media carga/ llena el lavarropas de prendas/ ciclos cortos de lavado
- Lava ropa en pequeñas cantidades/ ciclos largos de lavado

## 12. ¿Utiliza el inodoro como papelerera? (Papeles, comida, condones, etc.) \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Si
- No

## 13. ¿Descongela los alimentos a temperatura ambiente en vez de hacerlo debajo del grifo? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Siempre
- A veces
- Nunca

14. Cuando un grifo gotea por avería ¿es reparado rápidamente? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Siempre  
 A veces  
 Nunca

15. ¿Tiene en su hogar infraestructura de reducción de consumo de agua? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Si  
 No

16. Si respondió de manera afirmativa la pregunta anterior, indique que infraestructura de reducción de consumo de agua que aparecen en la siguiente lista tiene en su hogar:

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Presurizador  
 Doble pulsado de descarga de agua  
 Reutilización de agua

17. ¿ Que beneficios encontraría en el ahorro de agua en su hogar? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Bajo costo en el recibo del agua  
 Menos contaminación del recurso agua  
 Conservación del agua para futuras generaciones

18. Tras haber respondido la encuesta ¿considera que hace un uso racional y eficiente del agua? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Sí

No



**Ilustración 27.** *Encuesta a usuario.*



**Ilustración 28.** *Encuesta a usuario.*



**Ilustración 29.** *Encuesta a usuario*



**Ilustración 31.** *Encuesta a usuario*



**Ilustración 31.** *Encuesta a usuario*



**Ilustración 30.** *Encuesta a usuario*

