



**LINEAMIENTOS DE FORMULACIÓN DE UN PROGRAMA PARA
EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN LA VEREDA EL
HATO, LA CALERA - CUNDINAMARCA**

Laura Sofía Castellanos Araújo
Karen Stephanie Gómez Cortés

**Universidad El Bosque
Facultad de ingeniería
Programa de ingeniería Ambiental
Bogotá, 2020**



**LINEAMIENTOS DE FORMULACIÓN DE UN PROGRAMA PARA EL
USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN LA VEREDA EL HATO,
LA CALERA - CUNDINAMARCA**

Laura Sofía Castellanos Araújo
Karen Stephanie Gómez Cortés

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director (a):
Claudia Patricia Gómez Rendón

Línea de Investigación: agua, salud y ambiente

**Universidad El Bosque
Facultad de ingeniería
Programa de ingeniería Ambiental
Bogotá, 2020**

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Agradecimientos

Queremos agradecer en primera instancia a la vida, por darnos la oportunidad de llevar a cabo la investigación planteada con éxito, puesto que esta fue diseñada y desarrollada no solo con la finalidad de graduarse sino también con el objetivo de contribuir con un pequeño aporte a aquellas comunidades que se encuentran, de alguna forma, abandonadas de manera ambiental y social. A nuestras familias agradecemos su apoyo incondicional, paciencia y tolerancia para con nosotras durante todo el proceso del proyecto, a nuestra institución de educación superior, la Universidad El Bosque, en la cual nos hemos formado como profesionales, pero nunca dejando a un lado el humanismo.

Agradecemos también a nuestra directora Claudia Patricia Gómez Rendon, por inspirar y apoyar cada una de las ideas planteadas durante el proceso de investigación, además de enseñarnos la importancia del recurso hídrico, su conservación y la relevancia de este frente a una comunidad. A cada uno de los docentes que pertenecen a la Universidad El Bosque que contribuyeron con su conocimiento, ideas y correcciones para formarnos en lo que somos hoy en día, personas íntegras y a un futuro, excelentes profesionales.

Finalmente, no sobra agradecer a nuestros amigos más cercanos, por el apoyo alentador durante todo el proceso de investigación.

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema	12
2. Justificación	15
3. Objetivos general y específicos	16
3.1 <i>Objetivo general</i>	16
3.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
4. Marco de Referencia	17
4.1 <i>Estado del Arte</i>	17
4.1.1 <i>Nivel Internacional</i>	17
4.1.2 <i>Nivel Nacional</i>	20
4.1.3 <i>Nivel local</i>	21
4.2 <i>Marco Conceptual</i>	22
4.3 <i>Marco Teórico</i>	23
4.4 <i>Marco Normativo</i>	24
4.5 <i>Marco Geográfico</i>	27
4.6 <i>Marco Institucional</i>	29
5. Metodología	31
5.1 <i>Método</i>	31
5.2 <i>Enfoque</i>	31
5.3 <i>Alcance</i>	31
5.4 <i>Diseño</i>	31
5.5 <i>Metodología por objetivos</i>	33
5.5.1 <i>Objetivo específico 1</i>	33
5.5.2 <i>Objetivo específico 2</i>	41
5.5.3 <i>Objetivo específico 3</i>	42
6. Resultados	44
6.1 <i>Resultados por objetivos</i>	44
6.1.1 <i>Resultados del objetivo 1</i>	44
6.1.2 <i>Resultados del objetivo 2</i>	58
6.1.3 <i>Resultados del objetivo 3</i>	62
7. Análisis y discusión de resultados	67
7.1 <i>Análisis por objetivos:</i>	67

7.1.1 <i>Análisis de resultados del objetivo específico 1</i>	67
7.1.2 <i>Análisis de resultados del objetivo específico 2</i>	70
7.1.3 <i>Análisis de resultados del objetivo específico 3</i>	71
8. Aspectos Éticos	73
9. Conclusiones	74
10. Recomendaciones	75
11. Referencias Bibliográficas.	76
12. Anexos	82
13. Glosario de términos	88

Listado de tablas

<i>Tabla 1. Marco normativo</i>	24
<i>Tabla 2. Matriz de variables de la metodología</i>	32
<i>Tabla 3. Matriz de variables del objetivo 1</i>	33
<i>Tabla 4. Formato de lista de chequeo de aspectos ambientales de la vereda El Hato, La Calera-Cundinamarca</i>	36
<i>Tabla 5. Límites máximos aceptables para el consumo de agua</i>	40
<i>Tabla 6. Matriz de variables del objetivo 2</i>	41
<i>Tabla 7. Viabilidad de la implementación</i>	42
<i>Tabla 8. Matriz de variables del objetivo 3</i>	43
<i>Tabla 9. Formato de formulación de plan de acción</i>	43
<i>Tabla 10. Lista de chequeo desarrollada</i>	47
<i>Tabla 11. Calidad de agua del río Teusacá</i>	53
<i>Tabla 12. Calidad de agua del lago</i>	53
<i>Tabla 13. Caudales de la estación hidrológica desde 1998 a 2017</i>	54
<i>Tabla 14. Caudal promedio mensual río Teusacá</i>	55
<i>Tabla 15. Rendimiento mensual multianual del río Teusacá</i>	55
<i>Tabla 16. Volumen mensual del río Teusacá 1998 – 2017</i>	56
<i>Tabla 17. Volumen mensual del lago cercano 1998 – 2017</i>	57
<i>Tabla 18. Volumen total fuentes de abastecimiento 1998 – 2017</i>	57
<i>Tabla 19. Alternativas y buenas prácticas para el uso eficiente y ahorro del agua</i>	59
<i>Tabla 20. Plan de acción para el uso eficiente y ahorro del agua</i>	62
<i>Tabla 21. Plan de educación ambiental</i>	65

Listado de figuras

<i>Figura 1. Árbol de problemas</i>	14
<i>Figura 2. Delimitación del municipio de la Calera-Cundinamarca</i>	27
<i>Figura 3. Vereda El Hato, La Calera-Cundinamarca</i>	28
<i>Figura 4. Metodología de investigación</i>	33
<i>Figura 5. Diseño de ruta de salida de campo en la vereda El Hato</i>	35
<i>Figura 6. Recopilación de información</i>	44
<i>Figura 7. Unidades de paisaje del municipio La Calera</i>	45
<i>Figura 8. Recorrido en la vereda El Hato, La Calera-Cundinamarca</i>	46
<i>Figura 9. Abastecimiento de agua en la vereda El Hato, La Calera</i>	58
<i>Figura 10. Porcentaje de viabilidad de implementación</i>	62

Resumen

El trabajo de grado expuesto se llevó a cabo en la vereda El Hato ubicada en la zona rural del municipio La Calera, Cundinamarca, se seleccionó esta zona de estudio puesto que cuenta con dos características las cuales son: la inexistencia de un sistema de acueducto y alcantarillado y la falta de disponibilidad de agua en épocas de verano.

Teniendo en cuenta la problemática con la que cuenta la vereda El Hato, se proponen los lineamientos de formulación de un programa para el uso eficiente y ahorro del agua a partir de tres etapas, la primera es recopilar información relacionada con los hábitos de consumo de la vereda El Hato, las fuentes de abastecimiento cercanas, la calidad del agua de las mismas, las unidades de paisaje, el recorrido de la vía de acceso y el desarrollo de un balance hídrico, la segunda etapa radica en proponer las diversas orientaciones para hacer uso eficiente y ahorro del agua y la última consiste en desarrollar un plan de acción con base en la educación ambiental que podría ser implementado a la comunidad de la zona de estudio con la finalidad de corregir todas las falencias en El Hato con respecto a la captación, la conducción, la distribución, el almacenamiento y el consumo del recurso hídrico.

Palabras clave: ahorro del agua, demanda hídrica, fuentes hídricas, oferta hídrica, pérdida de agua, plan de acción, uso eficiente.

Abstract

The exposed degree work was carried out in the village of El Hato located in the rural area of the municipality of La Calera, Cundinamarca, this study area was selected since it has two characteristics which are: the nonexistence of an aqueduct system and sewage and lack of water availability in summer.

Taking into account the problems with the account of the village of El Hato, the guidelines for the formulation of a program for the efficient use and saving of water are proposed from three stages, the first is to collect information related to the consumption habits of the El Hato sidewalk, nearby sources of supply, their water quality, landscape units, the route of the access road and the development of a water balance, the second radical stage in proposing the various guidelines for making use of efficient and water saving and the latest consistency in developing an action plan based on environmental education that could be implemented in the community of the study area with the resolution of correcting all the shortcomings in El Hato with respect to catchment, the conduction, distribution, storage and consumption of water resources.

Keywords: *Action plan, efficient use, saving of water, water supply, water demand, water losses.*

Introducción

La crisis del agua no se limita a algunos espacios geográficos sino a nivel mundial. En los últimos años el tema ha tomado importancia en diferentes foros y cumbres debido al uso desmedido, a su contaminación, la disponibilidad hídrica y el fundamental papel que tiene el agua para el desarrollo humano (Montoya, 2011).

El agua es un recurso fundamental para el sustento de la vida, en la actualidad el suministro del agua sufre un riesgo de escasez debido a la contaminación y el desperdicio desmedido del recurso, lo anterior genera una preocupación dada la importancia que tiene el agua para todo ser vivo y es que a pesar de que el agua es considerada como un recurso vital, tarda un tiempo en recuperarse nuevamente (Agencia Nacional de Tierras, 2018).

Por su parte, la oferta hídrica subterránea y superficial de Colombia, es cada vez más variable en las diferentes regiones del país, según el uso agropecuario, industrial, de consumo, etc., más aún por los factores como el mal manejo de las cuencas hidrográficas, los efectos del cambio climático, situaciones sociales en relación a la competencia por el uso del agua entre usuarios agrícolas y no agrícolas, la falta de infraestructuras hidráulicas y de equipos eficientes de irrigación, entre otros. Esto ha provocado que el Gobierno Nacional a través de sus Corporaciones Autónomas Regionales, como entes de regulación ambiental, sean cada vez más rígidos en relación con el manejo de este recurso natural por medio de la implementación y rigor de nuevas políticas ambientales (resoluciones, asignaciones, concesiones, proyectos de protección, reservas ambientales), (Ramírez, 2017).

Ante esto, se promulga la Ley 373 de 1997, que define el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua como una herramienta para optimizar la eficiencia operacional, mejorar la competitividad económica y lo más importante conservar este recurso valioso para el futuro (Aguas del Huila, 2016).

Por lo anterior, el proyecto de investigación tiene como finalidad formular los lineamientos para poder llevar a cabo un Programa de uso eficiente y ahorro del agua en la vereda El Hato, La Calera, puesto que en dicha zona se presenta una problemática frente al recurso hídrico que a largo plazo ha venido generando una mala calidad de vida en la comunidad, puesto que no cuentan con sistema que garantice el abastecimiento continuamente de agua en las diferentes épocas, ya sea verano o invierno.

De esta manera se pretende conocer detalladamente el territorio para evaluar sus falencias frente a este recurso, así mismo plantear alternativas y actividades de buenas prácticas para hacer un uso adecuado, que contribuyan con la gestión pertinente del mismo, para contribuir con la mejora de calidad de vida de la población.

1. Planteamiento del problema

La ubicación geográfica, la variada topografía y el régimen climático que caracterizan al territorio colombiano, han determinado en él, una de las mayores riquezas del planeta en recurso hídrico. Sin embargo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible afirma que una de las situaciones que afectan severamente al recurso hídrico en el país está relacionada con la gestión, manifestada en el bajo nivel de conocimiento que apoye la toma de decisiones en la planificación del recurso, insuficiente desarrollo e implementación de los instrumentos de planificación existentes para la gestión integral del recurso hídrico (GIRH) y desinterés por parte de las poblaciones en participar en esta gestión (Chaparro & Chavez, 2015).

En Colombia el 92,3% de la población total tiene acceso al suministro de agua (Delgado, 2018) y el restante no cuenta con este recurso tan necesario para la vida, ya que se encuentran alejados de las zonas urbanas o simplemente no cuentan con acueducto (Becerra, 2014). Un claro ejemplo de ello es el municipio de La Calera, importante dentro del panorama nacional por su posición estratégica regional y la cercanía a la capital de la República. Esto lo convierte en un centro urbanístico y de presión demográfica con alta demanda, (Garay, 2018) al constituirse en puerta de entrada a las provincias del Guavio y del Oriente de Cundinamarca y ser un importante proveedor de agua y alimentos para Bogotá – Región, debido a la configuración territorial anteriormente mencionada(Alcaldía de La Calera, 2016).

A pesar de esto y de tener numerosas fuentes hídricas en el municipio, el 70% de las viviendas rurales se abastecen de acueductos veredales y tomas individuales que son captadas de los tributarios de las cuencas del río Teusacá y Blanco. En su mayoría no cuenta con procesos de potabilización ni personal técnico para el mantenimiento periódico de los mismos. (Chaparro & Chavez, 2015). Por lo tanto, es exiguo el control de calidad del agua, representando un riesgo para el consumo y la salud de la comunidad(Consortio Planeación Ecológico-Ecoforest, 2006).

La vereda El Hato, ubicada en el sector rural del municipio de La Calera, cercano al peaje Los Patios, cuenta con 4.500 habitantes (León, 2020), quienes se abastecen de agua de un lago cercano que se agota en épocas de sequía, que en los casos en que se prolonga dificulta el abastecimiento de agua, obligando a la comunidad a comprarla en bloque o en otros casos transportar el líquido desde el río Teusacá hasta las viviendas a través del uso de motobombas o medios manuales(Cristancho, 2019).

Por lo anteriormente expuesto se logra identificar la problemática principal, la cual hace referencia a la falta de disponibilidad de fuentes hídricas para el abastecimiento de la vereda El Hato, La Calera-Cundinamarca. Una de las causas que contribuyen con dicho problema es la distancia que se encuentra la vereda de la cabecera municipal, la cual oscila entre 20 y 30 minutos de recorrido, es decir 10,0 Km de vía terciaria, (Google, 2019), lo que conlleva a que haya un desinterés por parte del ente municipal hacia el desarrollo de la vereda reflejándose en la baja inversión en saneamiento básico y el incumplimiento de metas establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente (Acuerdo 043 de 1999), documento que establece como uno de sus proyectos la construcción de nuevos acueductos veredales, entre los cuales se encontraba la vereda El Hato y a la fecha sin ejecución (Concejo Municipal La Calera, 1999).

Según lo expresado por el señor Juan Carlos Cristancho en conversación realizada el día 20 de julio del año 2019, manifestó que: a pesar de tener afluentes hídricos importantes los cuales corresponden al río Teusacá y al lago cercano de la vereda El Hato, las autoridades locales, municipales y departamentales encargadas no han establecido una política contundente que permita realizar una gestión adecuada del recurso y al mismo tiempo establecer programas de reforestación de especies arbóreas protectoras de fuentes hídricas, lo que conlleva a un desconocimiento por parte de la comunidad frente al uso eficiente y ahorro del agua (Cristancho, 2019).

El desinterés tanto de la comunidad como de la autoridad conlleva a que haya una desinformación acerca de la vereda El Hato desde el punto de vista ambiental, geográfico, cultural, poblacional y estadístico, ya que lamentablemente la única información disponible corresponde a los registros de proyección de la secretaría de planeación y de proyectos realizados a cerca de la PTAR de la zona de estudio (Concejo Municipal La Calera, 1999)

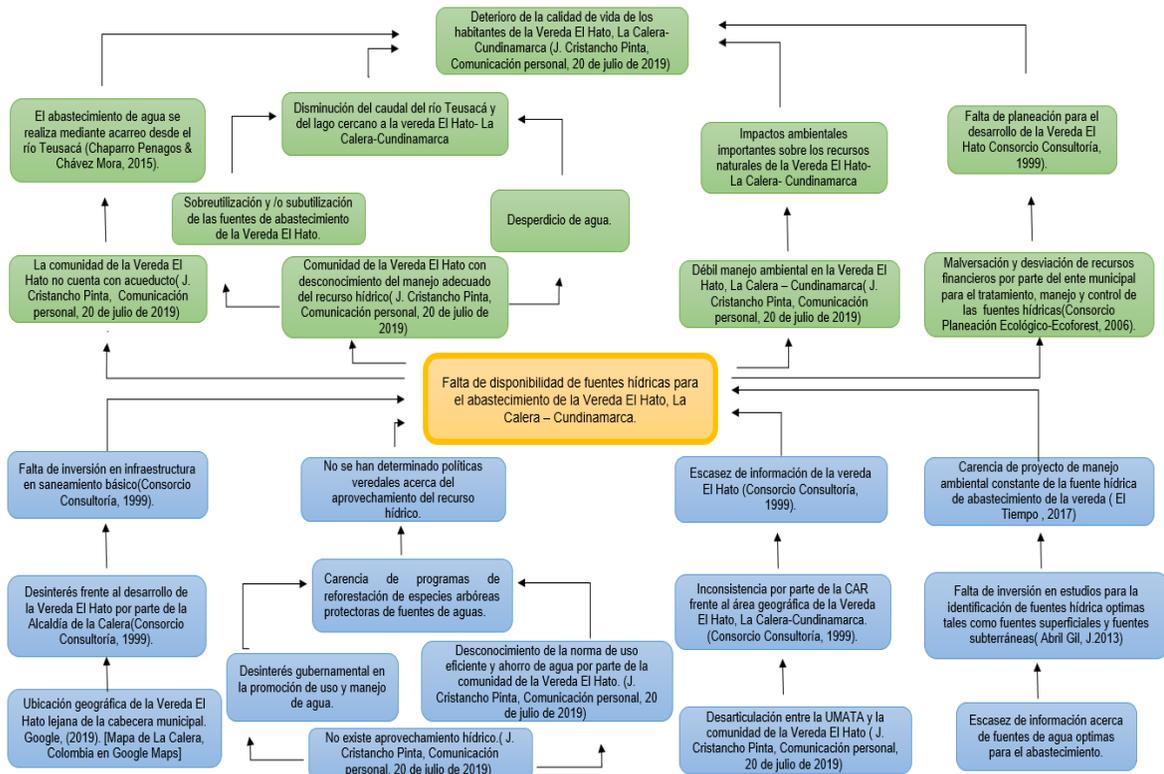
La falta de estudios de carácter técnico ambiental, no ha permitido identificar diferentes alternativas de fuentes hídricas como superficiales y subterráneas que permitan que el abastecimiento adecuado de la comunidad no dependa única y exclusivamente del río Teusacá (Abril, 2013), en consecuencia, no se ha visto un proyecto que dentro de su desarrollo total lleve actividades regulares de conservación y mantenimiento de la cuenca de dicha vereda, puesto que las que se llevan a cabo, solo se ponen en marcha cuando el estado de la misma es altamente crítico (El tiempo, 2017).

Las causas del problema planteado anteriormente vienen generando un impacto negativo en gran parte de la comunidad de la vereda El Hato debido a que los habitantes no cuentan con el abastecimiento normal del agua dentro de su territorio, situación que ha impedido suplir las necesidades básicas por lo cual los residentes de la zona han tenido que cargar agua sin tratamiento alguno desde sus fuentes principales de abastecimiento correspondientes al río Teusacá y un lago cercano hasta sus hogares, esto ha implicado realizar caminatas extensas bajo las diferentes condiciones climáticas que se presentan en la zona, adicionalmente cuando el transporte y la carga no pueden ser realizados por miembros de la comunidad se ha tenido que incurrir en costos económicos dado que se hace necesario pagar por estos servicios (Cristancho, 2019).

La falta de gestión de las autoridades ambientales, la alcaldía y la comunidad han impedido que se planteen proyectos y se desarrollen programas educativos estructurados que enseñen la forma y los mecanismos que se deben implementar para la conservación, uso y manejo del agua, con el objetivo de evitar efectos negativos como la disminución del caudal de río Teusacá y del lago cercano a la vereda El Hato. Esta situación ha generado un manejo poco técnico de los recursos naturales especialmente el hídrico (Cristancho, 2019).

Lo anteriormente expuesto se evidencia en la figura 1.

Figura. 1 Árbol de problemas.



Fuente: (Autoras, 2019).

Con base a lo anterior se plantea como pregunta de investigación:

¿De qué manera la formulación de lineamientos para un programa de uso eficiente y ahorro del agua en la vereda El Hato, La Calera- Cundinamarca, ¿permite mejorar hábitos para el aprovechamiento del recurso hídrico?

De dicha pregunta de investigación, subyacen las siguientes:

- ¿Cuál es el propósito de identificar las características y necesidades actuales frente al recurso hídrico de los habitantes de la vereda El Hato?
- ¿Cuál es la influencia de formular las orientaciones para el programa de uso eficiente y ahorro del agua en la vereda El Hato?
- ¿En que incide el diseño de un programa de sensibilización y mejora de hábitos en el logro del programa de uso eficiente y ahorro del agua?

2. Justificación

La competitividad del territorio está relacionada con una serie de entornos dentro de los cuales se encuentran: ecológico, social y legal, los que condicionan la sostenibilidad de la región circundante (Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, 2006).

Desde el punto de vista ecológico, el uso eficiente y ahorro del agua se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, considerándolo como un “recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1997). El uso eficiente del agua implica entre otros, caracterizar la demanda del agua (cualificar y cuantificar) por parte de los diferentes usuarios y analizar los hábitos de consumo para emprender acciones dirigidas hacia cambios que optimicen su uso, así como a la promoción de prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1997).

Desde el ámbito social, la comunidad depende directamente de las fuentes de agua, la misma manera las fuentes de agua dependen de la cuenca o el territorio en el que se encuentran. Por ende, existe una estrecha relación con las condiciones del territorio. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2016). Ante esto, es de suma importancia garantizar condiciones de vida digna sobre el territorio e impulsar mecanismos integrales de compensación en la región, no solo pensando a futuro, sino frente a los avances que se llevan a cabo hasta la actualidad (Alcaldía de La Calera, 2016).

Legalmente, la Ley 373 de 1997, define el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua, como el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico con el fin de desarrollar acciones que velen por el adecuado manejo del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1997).

Por lo tanto, parte del propósito de este trabajo es conocer las condiciones actuales en cuanto a la disponibilidad de fuentes hídricas en la vereda El Hato, y de allí formular las orientaciones acompañado de un programa para suplir las necesidades de la comunidad frente a la oferta y demanda del agua (Avellaneda Mora & Moreno Ariza, 2016), Todo esto desde la perspectiva que ofrece la ingeniería ambiental como disciplina que busca el equilibrio entre lo social, económico y natural, por este motivo el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) sirve como un instrumento metodológico que permitirá el buen las alternativas y buenas prácticas con respecto al uso racional del agua y así contribuir con la sostenibilidad ambiental sobre todo en épocas de sequía ya que la vereda se ve considerablemente afectada (Guataquira & Vargas, 2016).

3. Objetivos generales y específicos

3.1 Objetivo general

Formular lineamientos para un programa de uso eficiente y ahorro del agua en la vereda El Hato, en el municipio de La Calera, Cundinamarca.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las características y necesidades actuales frente al recurso hídrico de los habitantes de la vereda El Hato.
- Definir las orientaciones para hacer uso eficiente y ahorro del agua.
- Formular un plan de acción para el uso eficiente y ahorro del agua.

4. Marco de Referencia

4.1 Estado del Arte

Como parte del análisis para el desarrollo del proceso investigativo se indagaron diversas fuentes con el fin de conocer cómo se han abordado en otros lugares la problemática. Esto mismo permitirá generar nuevas visiones y nociones al respecto para definir estrategias que propendan por la salud y el bienestar de los pobladores de la vereda El Hato, mediante el uso eficiente y ahorro de recursos hídricos.

A continuación, se definen diversos estudios que abordan la temática, teniendo en cuenta que esta no es una particularidad única, sino más bien universal. Para ampliar aún más la problemática se establecen los siguientes niveles según su área de influencia:

4.1.1 Nivel Internacional

A nivel internacional se han formulado diversos estudios encaminados en el ahorro de agua y uso eficiente. Por su parte el denominado “Uso de un sistema de ahorro de agua para conservar ecosistemas para el recurso hídrico” define que la región noroeste de la república mexicana, zona fronteriza entre México y Estados Unidos (EE.UU.), está evaluando una posible problemática de la escasa cantidad de agua que México recibe de su vecino del norte, proveniente del Río Colorado (RC) (López, García, Gameros, & De la Rocha, 2015).

Ante esto, México recibe agua contaminada (en ocasiones) por agroquímicos, debido a que ese recurso hídrico proviene del lavado de tierras estadounidenses. Además, Estados Unidos propuso revestir el Canal Todo Americano (CTA), lo que ha generado una disminución en los mantos acuíferos del valle de Mexicali, generando preocupación en autoridades y la población (López et al., 2015)

Por tal razón la investigación diseña y desarrolla un sistema automático para el control del agua en actividades de riego; en el proceso de su aplicación se tuvo un ahorro de hasta 75%. Este dispositivo electrónico se ha implementado en instituciones educativas, casas-habitación, industrias, áreas verdes, y ha resultado de gran interés para la sociedad mexicalense y de la ciudad de San Luis Río Colorado, en Sonora (López et al., 2015)

El artículo titulado “Consumo Sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca” propone y sustenta la aplicación de criterios para la gestión sustentable de agua potable al interior de la vivienda en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Los criterios determinados son el control del consumo de agua, el control de fugas, el uso de dispositivos ahorradores y los sistemas de reutilización de agua. Para el desarrollo de la investigación se aplicaron encuestas a la población que permiten sondear la existencia y la predisposición de incorporar prácticas de ahorro de agua potable en las viviendas; además, se realizaron mediciones del consumo de agua por usos en diez viviendas durante una semana. Todo esto teniendo en cuenta las normas ISO, INEC y la Norma Técnica Ecuatoriana de la Construcción, entre otras. Finalmente, el estudio demuestra la posibilidad de reducir el consumo de agua potable hasta un 30 % en viviendas en

la ciudad de Cuenca, sin afectar la calidad de vida de sus habitantes, mediante la aplicación de estrategias sustentables (Molina, Quesada, Calle, Ortiz, & Orellana, 2018).

El estudio llamado “Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media, desde la perspectiva de las relaciones de poder y el desarrollo sustentable”, aborda la problemática del abastecimiento de agua en Ocotlán, como consecuencia de las políticas públicas de desarrollo regional implementadas en el país en los años cincuenta del siglo pasado. Dentro de la problemática, Ocotlán tiene problemas para cubrir la demanda de agua potable propiciados por el crecimiento urbano- industrial, a los que se suman el deterioro y la insuficiencia de la infraestructura hidráulica y la falta de tecnología adecuada para su extracción, distribución y almacenamiento, a partir de entonces, cambió la actividad económica de la ciudad y hubo un crecimiento urbano-industrial, y por lo tanto, también aumentó la demanda de agua, sin embargo, se le dio prioridad a la dotación del recurso hídrico al sector industrial por encima del sector doméstico (Durán & Torres, 2006). Lo cual predice que muchas otras ciudades cuentan con problemáticas similares a la de Ocotlán, ya que en ocasiones el suministro de agua prevalece para la demanda urbana y el restante para áreas dispersas y de difícil acceso.

Igualmente, según un informe económico de Chile se define que la escasez del recurso hídrico es relativa, pues no depende solo de la cantidad de agua de la que un país dispone a priori, sino también de la capacidad que desarrolle para acceder al agua de manera eficiente y a costos razonables. La hoja de ruta es bastante clara: incluye construcción de embalses, el desarrollo de obras de infiltración, tecnificación del riego y sistemas de conducción y distribución. Adicionalmente, resulta conveniente realizar una evaluación seria de proyectos de inversión de iniciativa privada que podrían cambiar drásticamente la distribución de aguas, aumentando los suelos regables y con ello la actividad agrícola. La clave es avanzar en modelos innovadores de cooperación público-privada que permitan rentabilizar la inversión de los desarrolladores y dar un salto significativo en la capacidad productiva del país (Jiménez & Wainer, 2017).

En el artículo “Uso eficiente del agua” se presentan las principales técnicas de uso eficiente del agua en los ámbitos domiciliario, industrial, municipal, agrícola y de cuenca. Además, se define la necesidad de apoyar los programas de uso eficiente del agua en el nivel cuenca, con una perfecta definición de la participación de todos los usuarios en su ámbito correspondiente. Sólo de esta manera pueden orientarse todos los subprogramas de uso eficiente en una misma dirección (Arreguín, 1991).

En el artículo basado en la realidad mexicana, denominado “Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales” expone la importancia de discernir sobre los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua en las zonas rurales, de modo que, compara y contrasta lo que sucede en este tema en las ciudades y las zonas rurales. Hasta ahora se ha privilegiado el abasto, la creación y mantenimiento de infraestructura del agua para las ciudades, aunque el Estado ha buscado la participación de las localidades rurales en la construcción, operación y administración; muchos de estos procesos de gobernanza para gestión local del agua han fracasado. Finalmente concluye con que la verdadera disponibilidad de agua en México se encuentra muy por debajo de lo señalado por las cifras oficiales. Tal es la gravedad que en regiones como el centro y norte del país se tienen severos problemas de disponibilidad y en lugares que hay su uso no es eficiente (Gil, Reyes, & Márquez, 2014).

Por su parte el proyecto titulado “Propuesta para el uso eficiente del agua potable en el Distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago” incluye una propuesta para el uso racional y eficiente del agua potable en viviendas, que permita un mejor uso de este recurso vital. El objetivo general del trabajo fue elaborar una propuesta para el uso eficiente del agua potable en viviendas del Distrito Oriental de la Provincia de Cartago y como objetivos específicos identificar los hábitos de consumo y tecnologías utilizadas por la población para el uso del agua potable y determinar el ahorro potencial de agua potable y económico al implementar medidas de ahorro. Con base en esto se determinó el ahorro potencial de agua potable y económico al implementar cuatro medidas de ahorro como: implementar un inodoro con tecnología ahorradora de agua, colocar aireadores en llaves y grifos, entre otros (Herrera, 2011).

Estudio desarrollado en Brasil titulado cómo “Assessment of water-saving equipment to support the urban management of water”, analiza los impactos ambientales y económicos de la implementación de equipos de ahorro de agua en residencias en el municipio de Caruaru como una medida de la conservación del agua y la mitigación de los efectos de la sequía que han devastado la región a lo largo del país. Para este propósito, se seleccionaron ocho vecindarios y se estimaron sus poblaciones a lo largo de los años 2015 y 2035. Posteriormente, se calculó el consumo de agua per cápita, los volúmenes de agua consumidos con el uso de equipos sanitarios convencionales y con el uso de equipos de ahorro de agua, obteniendo el volumen de agua ahorrado. Para las estimaciones de costo de los servicios y materiales necesarios para la instalación de equipos de ahorro de agua, se consultaron y adaptaron tablas de composición de precios para presupuestos. Por último, los resultados demostraron que es posible ahorrar hasta el 40% del agua consumida solo con la implementación de equipos de ahorro de agua, con un tiempo medio de retorno de seis años y medio. Por lo tanto, es posible entender que el uso de equipos de ahorro de agua representa un instrumento importante de gestión del agua (Da Silva, Ferreira, Paz, & Da Silva, 2017).

Adicionalmente, un estudio elaborado en La Habana denominado “La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos” establece que la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) constituye el paradigma actual de la gestión del agua a nivel mundial, haciéndose explícito en políticas nacionales para la gestión del agua a nivel global. Con esto se propone orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas. Este concepto ha evolucionado pasando por diversas etapas de desarrollo. En este trabajo se presentan las principales líneas de acción en las cuales se trabaja a nivel internacional y en Cuba país para alcanzar las metas propuestas en este nuevo modelo de gestión del recurso agua (Martínez & Villalejo, 2018).

Respecto al proyecto denominado “Developing and implementing a water conservation plan” tiene como propósito establecer las pautas para el desarrollo de un plan de conservación de agua, de manera que las empresas establezcan una lista de objetivos y metas medibles para la reducción del uso del agua (en términos de porcentaje del uso de agua de referencia). Otros objetivos incluyen posponer o eliminar la necesidad de proyectos de capital o desarrollo de nuevas fuentes. Además, define que las empresas deben involucrar a sus comunidades el desarrollo de objetivos y proceso de implementación (Maryland Department of the Environment, 2003).

4.1.2 Nivel Nacional

En Pereira se llevó a cabo el estudio denominado “Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial” determinando que el uso eficiente de agua trae consigo beneficios, tanto a las empresas prestadoras del servicio de agua potable y alcantarillado en ahorro, en desarrollo y construcción de nueva infraestructura, disminución en pérdidas comerciales, disminución de costos operativos, manejo de sequías y corte de suministro, como a los usuarios, quienes obtienen un ahorro de dinero en el pago por el consumo y por el servicio de alcantarillado. Entre los beneficios ambientales, se encuentra la disminución de la presión en la demanda del recurso y la disminución en las descargas generadas a las fuentes hídricas receptoras (Manco, Guerrero, & Ocampo, 2012).

A través de dicho estudio se indican algunas de las alternativas que pueden ser promovidas e instauradas desde las diferentes estrategias de participación ciudadana. Así mismo se recalca la necesidad de conocer las dinámicas del consumo en los hogares a fin de generar procesos de gestión desde este nivel y así trascender a niveles superiores (Manco et al., 2012).

El objetivo del artículo titulado cómo “Aplicación electrónica para el ahorro del agua en una vivienda familiar” está orientado en disminuir el consumo de agua entregada por la red de acueducto municipal a través del aprovechamiento de las aguas grises a partir de un microcontrolador programado con las acciones pertinentes a realizar. Se propone el diseño de un sistema electrónico de transferencia automática que facilita el uso de las aguas grises provenientes de las duchas, lavamanos, máquina lavadora y lavadero, para permitir su reutilización en trabajos domésticos como aseo de vivienda, reabastecimiento de sanitarios y riego de plantas. La herramienta es creada y adaptable para el hogar y así permitir la disminución del consumo de agua potable en tareas que no lo requieren. Dicho ejercicio se realizó para la ciudad de Cali (Cruz, Gómez, Sánchez, & Cuervo, 2014).

En cuanto a la formulación de un Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), elaborado en el año 2017, para una hacienda productora de caña de azúcar localizada en el municipio de Palmira del departamento del Valle del Cauca, fue base para un modelo de proyección de demanda hídrica, que tiene por meta establecer un modelo en el sector azucarero para mejorar la gestión en la conservación y uso del recurso hídrico. Para esto, se hizo necesario identificar las diferentes problemáticas relacionadas al manejo integral del agua dentro del sitio de estudio, evaluar el control administrativo del riego, realizar un diagnóstico ambiental de las labores del cultivo, establecer un análisis de las demandas hídricas futuras y de la presión que se ejercerá sobre las fuentes hídricas disponibles para suplir las necesidades fisiológicas del cultivo, establecer planes de contingencia y proyectos de mejoramiento en la infraestructura de riego (conducción distribución, almacenamiento y aplicación). Al analizar los resultados del modelo de proyección de demanda hídrica, se formularon los programas que hacen parte del PUEAA, logrando así tener una proyección de las acciones a ejecutar en los próximos en 5 años ajustándose a los lineamientos establecidos por las autoridades ambientales colombianas (Ramírez, 2017).

4.1.3 Nivel Local

El propósito del “Programa de ahorro y uso eficiente del agua” desarrollado en la Ciudad de Bogotá es generar conciencia entre todo el personal acerca de la importancia que tiene el cuidado del agua, para de esta forma facilitar el cumplimiento de las metas y objetivos del Sistema de Gestión Ambiental planteado por la Agencia Nacional de Tierras (ANT). Ante esto se definen algunas metas, alcance, indicadores de medición y otros, promoviendo el consumo responsable del agua durante el desarrollo de las actividades al interior de la sede de la entidad (Agencia Nacional de Tierras, 2018).

Por otro lado, el programa denominado “Formulación del programa de ahorro y uso eficiente de agua para la empresa de servicios públicos del municipio Gachetá-Cundinamarca” está enfocado en optimizar el recurso hídrico y hacer un uso sostenible del mismo, mediante la identificación y caracterización de aquellos eventos que por su naturaleza que producen efectos negativos sobre el ambiente. Para tal fin, se propone un PUEAA para mitigar la problemática del suministro de agua y la distribución de la misma en condiciones aptas para consumo humano, orientado hacia acciones que tiendan a la reducción de la cantidad de agua empleada en las diferentes actividades de los sistemas de agua (desde la microcuenca hasta su distribución final) y así disminuir el índice pérdidas o agua no contabilizada -IANC. Por lo anterior este programa se desarrolló por etapas de recopilación de la información, diagnóstico, caracterización, análisis de resultados y formulación y diseño del programa (Bustamante, Cárdenas, & Corredor, 2011).

El trabajo “Apoyo a la formulación e implementación de los Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, en los acueductos veredales de la zona rural de Bogotá D.C y el Municipio de la Calera” se desarrolló bajo tres fases: La primera fue la selección de los acueductos que reunían todas las características y disposición para trabajar con ellos, la segunda hizo referencia a la preparación de los comités formuladores de los programas y la recopilación y sistematización de la información con respecto a las dimensiones analizadas para cada acueducto veredal y finalmente en la última fase se llevó a cabo el proceso de formulación de las actividades, metas, recursos, plazos y costos para cada una de las actividades que se plasmaron en los PUEAA. Se obtuvo como resultado final la entrega de tres planes de uso eficiente y ahorro del agua (Castro & Tovar, 2016).

El informe “Propuesta metodológica para modelar el ahorro de agua logrado a partir de la implementación de una tecnología que disminuya su gasto. Región del Guavio y sabana centro” elaborado en el año 2015 por la autora María Paula Flórez Jiménez de la Universidad de los Andes, relaciona que existe desperdicio de agua por parte de sus habitantes. Toda vez que no todos tienen forma de llevar un control del gasto de agua. La metodología presenta los pasos para modelar el ahorro de agua logrado al implementar una tecnología para la disminución del consumo de ésta. Esta metodología propone utilizar tecnologías para la instalación de baños secos, sistemas de recolección de aguas lluvias y atrapanieblas (Flórez, 2015).

Respecto a los estudios desarrollados en la Universidad El Bosque se puede destacar el “Ahorro y uso responsable del agua en el sistema institucional de gestión ambiental SAURA en la Universidad El Bosque”. En este se propone diferentes alternativas y métodos que contribuyen a la disminución del consumo de agua en la universidad El Bosque durante el desarrollo de sus diferentes actividades. De esta forma, se identifica y desarrolla el Subsistema de Ahorro y Uso

Responsable del Agua –SAURA-, cuyo alcance es la integración y administración de sus partes (humanas, organizacionales y tecnológicas), con el fin de optimizar el consumo de agua y hacer uso responsable del recurso (Romero, Moré, & Luna, 2013).

Por último, el estudio acerca de la gobernanza del agua en Bogotá abordó desde el quehacer de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de la ciudad, esto en relación con los acueductos comunitarios para lo cual se efectuó un análisis comparado. Una de las conclusiones de este análisis se refiere a la fortaleza que adquieren los acueductos comunitarios en su interrelación con la Empresa Distrital y la interlocución que tiene con el Gobierno de la ciudad a través de un Decreto. De la misma forma se revisó la propuesta de la Región Hídrica de Bogotá y los resultados de los cabildos de gobernanza de agua, como escenarios en los cuales los ciudadanos tomaron decisiones de inversión presupuestal pública para definir acciones puntuales sobre el agua en la ciudad (Montoya, 2016).

A partir de estos artículos se logra definir algunas estrategias para abordar el tema teniendo en cuenta las experiencias concebidas en diferentes áreas del mundo; se podría decir que en general, todos tienen el mismo propósito de conservación para el suministro del agua, en dónde radica la disminución y el uso eficiente. Realizando buenas prácticas y contribuyendo a través de tecnologías en la reducción del consumo de agua.

4.2 Marco Conceptual

Dada la situación planteada en la comunidad El Hato y debido a la necesidad de suplir el uso del agua para efectuar todas las actividades diarias, se debe entender la *demanda hídrica* como la sustracción de agua de un sistema natural destinada a suplir las necesidades y los requerimientos, entre ellos el consumo humano (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Ante esta visión, el proyecto pretende formular un *programa de uso eficiente y ahorro de agua*, como herramienta enfocada en la optimización del uso del recurso hídrico, el cual está conformado por el conjunto de proyectos y acciones en pro de la sostenibilidad y gestión del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Cabe resaltar que cuando se habla de *uso eficiente*, se está haciendo referencia directa al principio de escasez; lo cual hace necesario la utilización de herramientas de planificación, administración y control, garantizando un uso sostenible de los recursos (Universidad CES, 2018).

De esta manera entender el sistema hídrico compuesto en la comunidad, es necesario detectar las *pérdidas de agua (déficit)*, es decir, entender la diferencia entre el volumen de agua captado y el volumen requerido para un uso específico, de acuerdo con el balance hídrico, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018) se pueden atribuir a la infraestructura (fugas y filtraciones causadas por perforaciones, fisuras, daños, mal estado de las redes de captación, tratamiento y distribución, rebose en tanques de almacenamiento) y operación o factores físicos (evaporación e infiltración), donde, a partir de los aportes y pérdidas del agua, se podrá definir

la *oferta hídrica* con base en la ecuación del balance hídrico aplicando el principio de conservación de masas (Garbin, 2015), (IDEAM, 2010).

Dada la situación de las fuentes de abastecimiento, es necesario conocer la *calidad del agua*, la cual es definida a partir del conjunto de parámetros fisicoquímicos que determinan si el recurso hídrico es apto para la ingesta y el uso doméstico o no, según parámetros tales como DBO5, DQO, turbidez, pH, entre otros.

4.3 Marco Teórico

La importancia del agua a nivel económico se considera como un bien social puesto que debe ser distribuida de manera equitativa entre la población para poder cubrir las necesidades básicas de todo ser humano y es vital para el desarrollo de actividades productivas tales como: la agricultura, ganadería e industrias, para el consumo y el abastecimiento, cabe resaltar que el acceso al agua potable y saneamiento se considera como un derecho humano, por lo que es indispensable velar por la seguridad de abastecimiento de ésta, puesto que un recurso esencial para la supervivencia de los seres vivos, economía de la población y desarrollo del territorio (Chingaté et al., 2009).

Por lo anterior, según la Guía de planeación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) del año 2015, el manejo integral del agua se encuentra relacionado con la oferta, la demanda, la calidad, los usos, el manejo de vertimientos y la prevención de riesgos ya que el PUEAA es aquel que permite realizar actividades que tengan como finalidad lograr un consumo de agua de manera consciente por parte de los usuarios que, busca proteger las fuentes hídricas de abastecimiento y reducir las pérdidas que se puedan generar en el sistema con el propósito de asegurar la oferta y la reducción de riesgos que se pueden presentar gracias a las actividades humanas o desastres naturales no previstos que pueden alterar o afectar al sistema y a su uso (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Universidad Nacional, 2015).

Según la Ley 9 de 1979 titulada como “De la protección del medio ambiente”, el PUEAA reglamenta el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico con la finalidad de establecer el correcto uso y conservación del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1974), (Congreso de la República de Colombia, 1979).

Tras el estudio de las características específicas en la vereda El Hato y luego de entender las dinámicas que requiere la comunidad para satisfacer la demanda hídrica, es de suma relevancia el uso de un PUEAA, de manera que realice el proceso de gestión del recurso hídrico en aras de mitigar los impactos adversos.

4.4 Marco Normativo

El marco normativo consiste en dar a conocer aquellas normas que se encuentran relacionadas con el proyecto y que soporta jurídicamente la argumentación teórica, procedimental y de desarrollo, por tal razón en la tabla 1, se exponen leyes, decretos y resoluciones que están estrechamente relacionadas con el mismo, y para ello se relaciona a partir de: quien expide cada una de las normas, el número, el contenido, los artículos y la descripción de cada uno de ellos que permitan relacionar el proyecto con cada una de ellas.

La normatividad que se abarca en dicho proyecto es totalmente colombiana, y es la que se encuentra relacionada con temas de recurso hídrico y ahorro y uso eficiente del agua. Esta tabla se desarrolló teniendo en cuenta la pirámide de Kelsen en donde se tiene como primera instancia la constitución, seguido de leyes, resoluciones legislativas, decretos y resoluciones supremos, también se tiene en cuenta los años, los cuales son de menor a mayor.

Tabla 1. Normativa legal colombiana

EXPEDICIÓN DE LA NORMA	NÚMERO DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULOS RELACIONADOS	DESCRIPCIÓN
Congreso de la República de Colombia	Decreto ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	ART 1	Preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social.
			ART 7	Toda persona tiene derecho a disfrutar de ambiente sano.
			ART 9	Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad y de acuerdo con los principios y objetos que orientan este Código;

			ART 15	Por medios de comunicación adecuada, se motivará a la población para que formule sugerencias y tome iniciativas a la protección ambiental y para el mejor manejo de los recursos naturales renovables y se adelantarán programas de divulgación y adiestramiento en la identificación y manejo de sustancias nocivas al ambiente.
			ART 44	El Departamento Nacional de Planeación coordinará la elaboración de inventarios y la de programas sobre necesidades de la Nación y de sus habitantes respecto de los recursos naturales
			ART 89	Derecho al uso del agua
			ART 155	Administración de aguas y cauces
Congreso de la República de Colombia	Ley 9 de 1979	Por el cual se dictan medidas sanitarias	ART 1	Protección del medio ambiente
			ART 2	Las normas de protección de la calidad de las aguas se aplicarán tanto a unas como a otras.
			ART 3	Control sanitario de los usos del agua
			ART 5	Establecer las características deseables y admisibles que deben tener las aguas para efectos del control sanitario.
			ART 6	En la determinación de las características deseables y admisibles de las aguas.
Congreso de la República de Colombia	Ley 373 de 1997	Programa de uso eficiente y ahorro de agua.	Todos los artículos	En dicha ley se toman todos los artículos puesto que se abordan los diferentes temas a ejecutar.
Ministerio de Protección Social	Resolución 2115 de 2007	Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.	ART 2	Características físicas
			ART 5	Características químicas
			ART 4	Potencial de hidrógeno
			ART 11	Características microbiológicas
		Se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles	ART 6	Parámetros microbiológicos de análisis y reporte en los vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD y ARnD) a cuerpos de aguas superficiales

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 631 de 2015	en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	ART 8	Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas – ARD de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1257 de 2018	Se desarrollan los párrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3 del Decreto 1090 de 2018, mediante el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015	ART 1	Objetivo y ámbito de la aplicación.
			ART 2	Contenido del Programa para el Uso eficiente y Ahorro del agua.
			ART 3	Contenido Programas de Uso eficiente y Ahorro del agua simplificado.
			ART 4	Vigencia.
Ministerio de Protección Social	Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	ART 3	Características del agua para consumo humano
			ART 5	Responsabilidad de los ministerios de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.
			ART 10	Responsabilidad de los usuarios.
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 3930 de 2010	Reglamenta el uso de un ambiente sano, y aprovechamiento de recursos naturales, para garantizar un desarrollo sostenible, para prevenir y controlar el deterioro ambiental.	ART 4	Ordenamiento del Recurso Hídrico.
			ART 9	Usos del agua.
			ART 10	Uso para consumo humano y doméstico.
			ART 19	Criterios de calidad.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1090 de 2018	Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones.	Todos los artículos	En dicho decreto todos los artículos se aplican al proyecto, puesto que en cada uno de ellos se abordan temas y definiciones que se abordarán en el mismo.

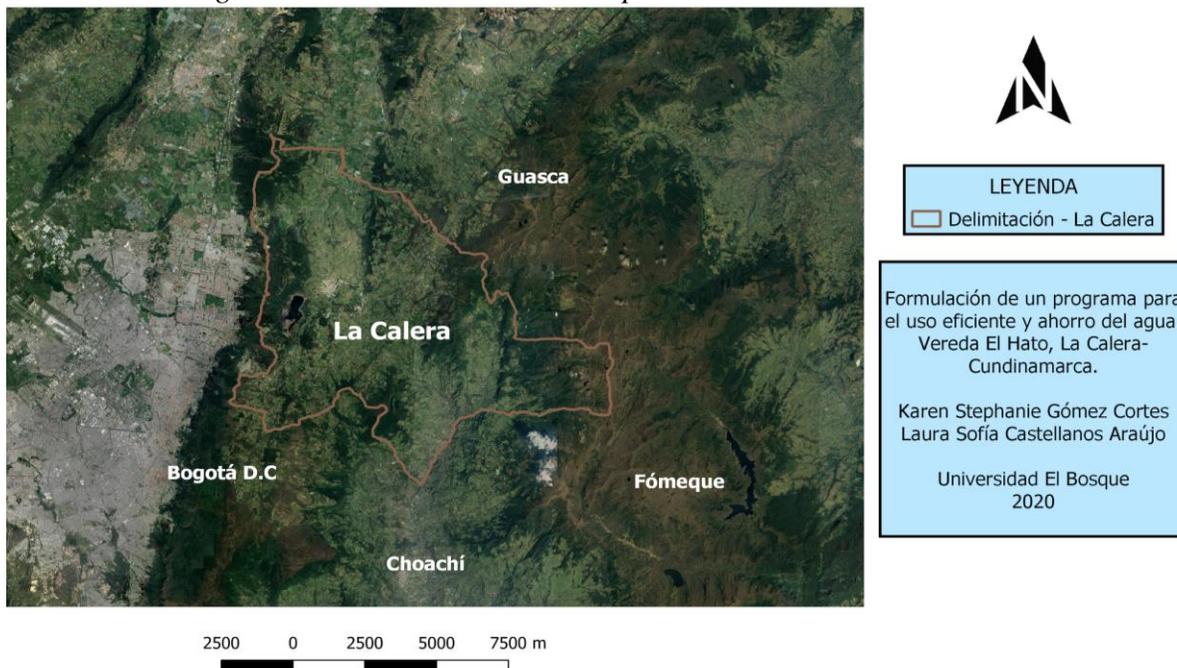
Fuente: (Autoras, 2020)

4.5 Marco Geográfico

El municipio de La Calera, también conocido como Teusacá, se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca a 18 Kilómetros de la capital de Colombia, Bogotá D. C. Este municipio está localizado en las siguientes coordenadas: 4°43'N 73°58'O y se encuentra entre 2600 y 3000 m s. n. m., limitando al norte con los municipios de Guasca, Sopó y Chía, al sur con Choachí y Fómeque, al este con Guasca, Junín y Fómeque, y al oeste con Bogotá, específicamente con las localidades de Chapinero y Usaquén. La Calera cuenta con una extensión total es de 31.686,06 km² (Alcaldía municipal de la Calera, 2020) su población total proyectada para el año 2020 es de 32.917 habitantes, de los cuales 17.220 hacen parte de la zona rural (DANE, 2018).

Este municipio cuenta con características ecológicas de gran importancia, dentro de ellas se encuentra la orografía, geología e hidrografía, en cuanto a la orografía La Calera está localizada en el Valle sobre el río Teusacá, en donde el territorio es delimitado por la cordillera oriental, lo que genera un aspecto llamativo, puesto que se observan diferentes colinas, valles y elevaciones que generan una topografía admirable. La geología del municipio se da a conocer por la presencia de bancos de arenisca y mantos de carbón que en algunas zonas no son explotados. La hidrografía es una de las características más relevantes de la zona, puesto que cuenta con dos grandes afluentes como lo son el río Teusacá y el río Blanco, los cuales son utilizados para el abastecimiento de la población local y aledaña, es decir las veredas cercanas (Alcaldía municipal de la Calera, 2020). A continuación, se presenta figura de la delimitación del municipio La Calera.

Figura 2. Delimitación del municipio de La Calera- Cundinamarca.



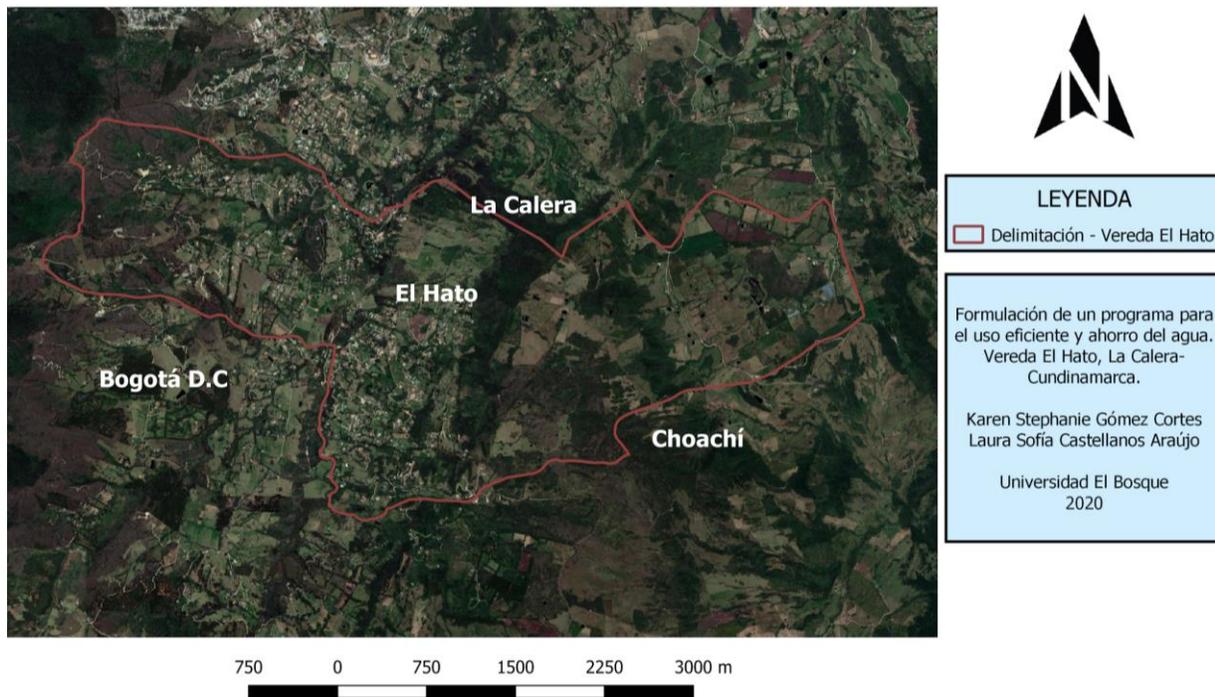
Fuente: (Autoras, 2020)

En el municipio de La Calera existe una vereda llamada El Hato (ahora denominada zona de estudio), ubicada a 20 minutos del peaje Los Patios, por una vía sin pavimentar. Tal vereda pertenece a la zona rural del municipio de La Calera. En la figura 3, se da a conocer la espacialización de la zona de estudio en la cual se lleva a cabo el proyecto.

Con ayuda de la señora Laura Sofia Cristancho Prieto, el día 14 de febrero del 2020 se llevó a cabo la construcción de información acerca de la vereda, en dicha conversación se manifestó que:

“El Hato es considerada como una zona rural de fácil acceso, puesto que la ruta para llegar a este destino, consiste en tomar vía hacia el municipio de la Calera, dicha vereda se encuentra antes de la cabecera municipal, específicamente después de cruzar el peaje Los Patios, en el kilómetro 2 se encuentra una entrada nombrada como Santiamén, se procede a ingresar por dicho camino el cual se encuentra debidamente pavimentado y se realiza un recorrido de alrededor de 5 minutos en automóvil o motocicleta y por medio de caminata el tiempo de duración es de alrededor de 15 minutos para poder llegar al centro de la vereda El Hato, que se identifica por medio de establecimiento llamado *El Súper*, desde ese punto se desprenden seis sectores que conforman la zona de estudio, cada uno de ellos cuenta con cierta cantidad de viviendas, las cuales se encuentran debidamente numeradas”.

Figura 3. Vereda El Hato, La Calera- Cundinamarca.



Fuente: (Autoras, 2020)

La vereda El Hato es una zona que no cuenta con actividades económicas dentro de ella, puesto que no hay siembras, cultivos, ya que el clima que se presenta no contribuye con los mismo debido a que normalmente hay heladas y junto con ellas la radiación solar es intensa, además, se cuenta con terreno arenoso lo que coadyuva al no crecimiento y desarrollo agrícola, con respecto a las actividades referentes a la ganadería, tiempo atrás hubo altas cantidades, pero con el transcurso estas fueron disminuyendo puesto que no era una inversión rentable para la comunidad, ya que la población no alcanzaba a cubrir la oferta, por tal razón; hoy en día se puede observar uno que otro animal, así mismo también se evidencia actividad avícola en pequeña escala (Cristancho, 2020).

En cuanto a la flora se observa en la vereda El Hato alta presencia de especies tales como eucalipto, pinos y cuerno de alce, existe carencia de árboles frutales y especies paisajísticas que contribuyan con el embellecimiento de la zona (Cristancho, 2020).

No hay presencia de industrias, zonas recreativas, centros de salud o lugares que permitan la integración de los habitantes de Vereda, para poder acceder a este tipo de entrenamiento se debe transportar al municipio de La Calera o a la ciudad de Bogotá D. C., allí solo se cuenta con una escuela que brinda el servicio de básica primaria (Cristancho, 2020).

En cuanto a la hidrología se cuenta con el río Teusacá y su nacimiento, los cuales son la fuente principal de abastecimiento para la población, además se tiene una fuente hídrica alterna, que hace referencia a un lago, que se formó gracias a la actividad de arenera hace un tiempo, lo que dio resultado a un terreno cóncavo que permite la recolección de aguas lluvias (Cristancho, 2020).

4.6 Marco Institucional

- Alcaldía Municipal De La Calera – Suministro de información para el proyecto y comunicación de resultados

Entidad pública encargada del continuo mejoramiento de sus procesos, optimizando el manejo de los recursos, mediante un grupo de trabajo competente, contratistas capaces y comprometidos con el cumplimiento de la aplicabilidad de la normativa, teniendo en cuenta cada una de las características que hacen relevantes al municipio (Alcaldía municipal de La Calera, 2020).

- Secretaría de Planeación De La Calera – Suministro de información para el proyecto y comunicación de resultados

Vela por las necesidades de la comunidad y por el continuo mejoramiento de los aspectos ambientales y culturales, esto mediante políticas públicas, ambientales, de infraestructura, agropecuarias y de desarrollo económico, también se lleva a cabo por medio del diseño, coordinación y orientación de procesos y actividades que se encuentren relacionado con el Plan de Ordenamiento Territorial POT del municipio, además de asesorar, dirigir, orientar los planes, programas y proyecto de la Alcaldía (Alcaldía municipal de la Calera, 2020).

- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR – Suministro de datos

Según la Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio de Ambiente, la Corporación Autónoma Regional CAR es una entidad pública encargada de velar por la ejecución y cumplimiento de planes, programas, políticas y proyectos que están estrechamente relacionados con el medio ambiente y los recursos naturales renovables teniendo en cuenta los lineamientos y pautas que disponga el Ministerio de Ambiente (Corporación Autónoma Regional, 2018).

La contribución de la CAR está altamente relacionada con el suministro de datos en cuanto a la precipitación y el caudal, puesto que esta información permitirá identificar el volumen que se presenta durante un periodo de tiempo con respecto a caudal cercano a la zona de estudio.

□ Universidad El Bosque (director, CTG, Biblioteca)

La Universidad El Bosque, contribuye con la presencia del director del trabajo, puesto que es el encargado de orientar y guiar a los estudiante con la elaboración del mismo, en cuanto al Comité de Trabajos de Grado (CTG) el aporte consintió en será considerar la viabilidad del proyecto y observar que dicho documento hubiera cumplido con los requisitos impuestos por el programa de Ingeniería Ambiental; finalmente la biblioteca contribuye con la prestación del servicio para la búsqueda de bibliografía confiable y relacionada con el tema propuesto.

5. Metodología

El ítem de metodología está conformado por dos grandes aspectos: Primero, el diseño metodológico, el cual está compuesto por método, enfoque, alcance y diseño y segundo, el plan de trabajo, que es de vital importancia para el desarrollo y ejecución del proceso que se debe llevar a cabo por cada uno de los objetivos planteados, por tal razón se expresa el diseño metodológico del proyecto de manera general, junto con su cronograma de actividades. Teniendo en cuenta lo anterior el proyecto consta de:

5.1 Método

El estudio cuenta con un método analítico, inductivo y deductivo, ya que parte de unos hechos y premisas particulares, adicionalmente, se obtienen datos de manera experimental, luego esta información es analizada, después se concatena y se obtiene la conclusión a la situación específica (Castán, 2014), de ahí, que el desarrollo del estudio contempló la observación directa luego de haber diseñado la ruta y el formato de recolección de información.

5.2 Enfoque

Cuenta con un enfoque mixto, es decir, cuantitativo y cualitativo, puesto que durante el proceso de investigación se realizó análisis numérico en variables de calidad del agua, oferta y demanda hídrica, y se recopiló información de tipo descriptivo como acceso a la vereda El Hato, estilos de vida, entre otros.

5.3 Alcance

Es correlacional y exploratorio debido a que se determinó la disponibilidad de las fuentes hídricas de la zona las cuales son el río Teusacá y un lago cercano y los aspectos geográficos, socioeconómicos, entre otros, con la finalidad de dar respuesta a las necesidades de sus habitantes, acorde con la oferta de agua partiendo de la poca información existente de la zona de estudio.

5.4 Diseño

Es mixto porque primero, se identificó que es de tipo cuantitativo experimental, ya que se abordaron estudios de comparación como análisis de calidad del agua, con una clasificación transversal debido a que el propósito fue describir variables y analizar su incidencia, sin realizar ningún tipo de intervención en la vereda, segundo, de tipo cualitativo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), ya que se enfocó a un estudio de caso, utilizando un documento estatal denominado “Guía para el uso eficiente y ahorro del agua” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), que permitió llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Finalmente, en cuanto al estudio de caso, se realizó un acercamiento e interacción de las investigadoras con la comunidad de la vereda El Hato, La Calera a través de voceros, por consiguiente; para llevar a cabo la metodología expuesta, fue relevante tener en cuenta que existen dimensiones ecológicas, sociales y económicas, con sus diferentes variables, aspectos, indicadores, técnicas e instrumentos que permitieron el enfoque y desarrollo del proyecto de manera óptima.

En cuanto al plan de trabajo, este consistió en dar a conocer cada una de las actividades realizadas durante todo el proyecto junto con su tiempo de elaboración.

En la tabla 2, se presenta la matriz de variables utilizadas en el proyecto.

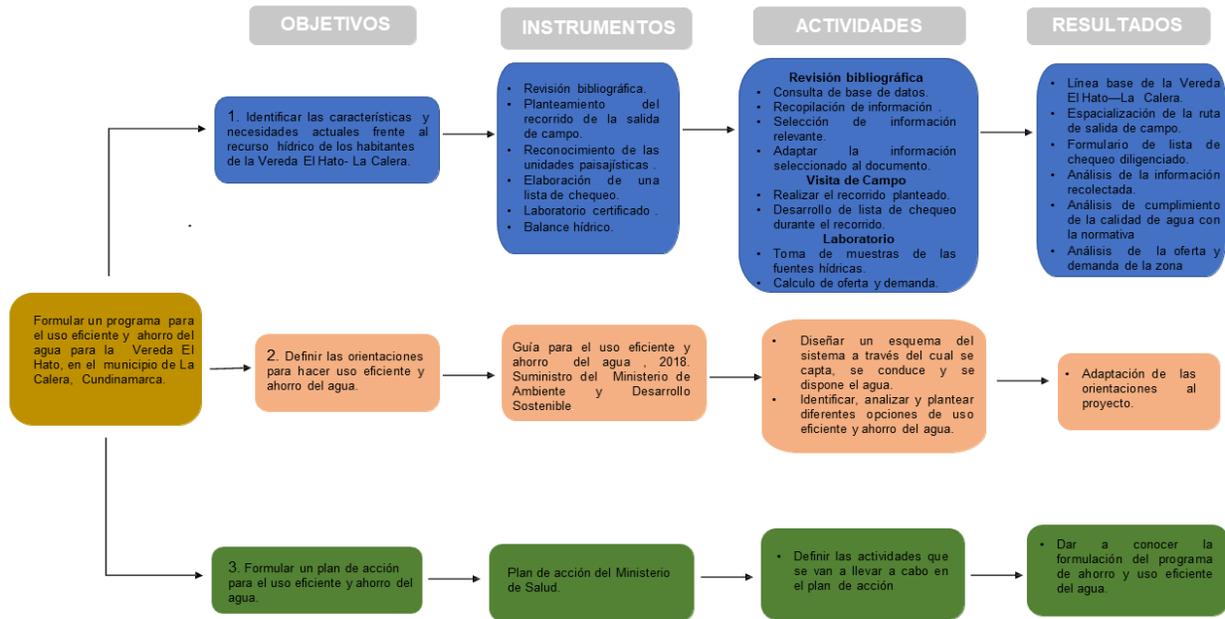
Tabla 2. Matriz de variables de la metodología

Dimensión	Variable	Aspecto	Índice/ Unidad de medida	Técnica	Instrumento
Ecológica	Agua	Usos	Tipos de uso/adimensional	Observación directa	Lista de chequeo descriptiva
		Demanda (Consumo)	m ³ / s	Testimonio	Diálogo con líder comunitario
					Observación directa
		Oferta	m ³ / s	Balance hídrico	Base de datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR - Caudales y precipitación.
Calidad de agua	DBQ DBO ₅ Turbidez Coliformes Totales pH Grasas y aceites Sólidos suspendidos totales	Muestreo, procesamiento y análisis en laboratorio	Resolución 2115 de 2007 Laboratorio Certificado		
Social	Educación ambiental	Nivel de conocimiento de la comunidad	Nivel de conocimiento de la comunidad frente al recurso hídrico / aspectos hidrológicos	Testimonio	Diálogo directo con líder comunitario
	Hábitos de consumo para uso doméstico	Orientación del recurso hídrico	Bueno / malo	Testimonio	Diálogo con líder comunitario
Observación directa					
Económica	Inversión	Inversión en el proyecto	Pesos Colombianos	Cotización	Análisis de costos

Fuente: (Autoras, 2020)

Teniendo claridad de las variables del proyecto, se expone la metodología de investigación para cada uno de los objetivos específicos:

Figura 4. Metodología de investigación.



Fuente: (Autoras, 2020)

Teniendo en cuenta la Figura 4, se procede a dar a conocer el desarrollo de la metodología que se aborda teniendo en cuenta cada objetivo propuesto para el cumplimiento de dicho proyecto, junto con la matriz de variables correspondiente.

5.5 Metodología por objetivos

5.5.1 **Objetivo específico 1:** Identificar las características y necesidades actuales frente al recurso hídrico de los habitantes de la vereda El Hato, La Calera.

Tabla 3. Matriz de variables del objetivo 1

Dimensión	Variable	Aspecto	Índice/ Unidad de medida	Técnica	Instrumento
Ecológica	Agua	Usos	Tipos de uso/adimensional	Observación directa	Lista de chequeo descriptiva
		Demanda (Consumo)	m ³ / s	Testimonio	Diálogo con líder comunitario
					Observación directa
	Oferta	m ³ / s	Balance hídrico	Base de datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR - Caudales y	

					precipitación.
		Calidad de agua	DBQ DBO ₅ Turbidez Coliformes totales pH Sólidos suspendidos totales Grasas y aceites	Muestreo, procesamiento y análisis de laboratorio	Resolución 2115 de 2007
					Laboratorio Certificado
Social	Educación ambiental	Nivel de conocimiento de la comunidad	Nivel de conocimiento de la comunidad frente al recurso hídrico / aspectos hidrológicos	Testimonio	Diálogo directo con líder comunitario
					Observación directa

Fuente: (Autoras, 2020)

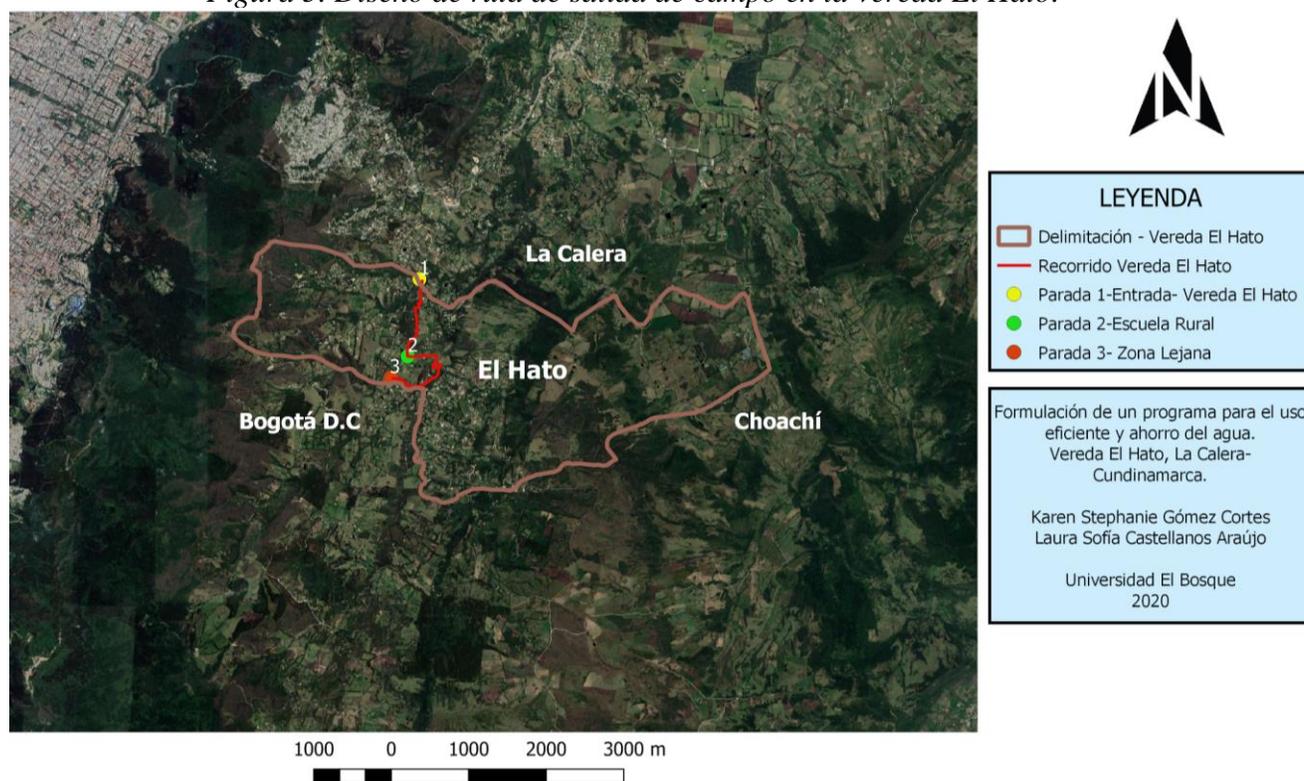
Teniendo en cuenta la Tabla 3, se procedió al desarrollo metodológico de este objetivo, donde se optó por realizar una búsqueda bibliográfica que permitió recopilar información estrechamente relacionada con el proyecto, tales como los aspectos geográficos e información de los medios físicos, bióticos y socioeconómicos de la zona de estudio, por ejemplo, proyectos realizados como saneamiento básico, gestión del recurso hídrico, así como problemas relacionados con la salud. Posteriormente, esta información fue analizada, obteniendo con ellos documentos específicos en la temática considerando la fecha de publicación, similitud y confiabilidad de cada uno de ellos. Complementaria a esta actividad, se diseñó una lista de chequeo definiendo variables y aspectos ambientales que permitieran verificar en campo, no sin antes haber realizado una identificación geoespacial y caracterización de unidades de paisaje.

Con ayuda de herramientas geoespaciales se delimitó preliminarmente el área de estudio, a fin de proporcionar la caracterización cartográfica de las unidades de paisaje frente a las características ecológicas, sociales y económicas de la zona, permitiendo ser una base para la verificación y corroboración mediante la aplicación de la lista de chequeo y la lectura previa del territorio. De este modo, se pudo analizar los factores naturales y antrópicos en un mismo escenario, a fin de tener un conocimiento homogéneo y estructural del territorio (Álvarez, 2013).

Para la elaboración de la cartografía, se usó el software ArcGIS 10.3 a partir de los *shapefiles* del territorio, con el propósito de evidenciar las unidades de paisaje inmersas en el área, tal cual lo expresa el autor Álvarez (...) *“se utilizaron capas que proveerán información de la parte biótica y abiótica, correspondiente a aspectos naturales en el mismo, y la parte antrópica, pues hace parte de la integralidad del análisis territorial de la unidad de paisaje”* (...).

Por consiguiente, se diseñó la ruta de la salida de campo desde la vía Bogotá - La Calera hasta la vereda El Hato, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5. Diseño de ruta de salida de campo en la vereda El Hato.



Fuente: (Autoras, 2020).

Ya que se cuenta con la espacialización y caracterización de la zona de estudio, se estructuró la lista de chequeo a partir del formato de Listas de chequeo (Diagnostico, BPM, Política ambiental) elaborado por El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), junto con el trabajo de grado denominado “*diagnóstico sobre la incidencia de la actividad ladrillera en el territorio, a partir de sus impactos ambientales, en Sogamoso - Colombia*” (Lizcano, 2017), generando un formato auténtico, el cual consta de: personas quienes realizan el diagnóstico ambiental, fecha, nombre asignado a la lista por parte de los autores, componentes a evaluar con sus respectivos aspectos, tipos de respuesta (sí, no y en proceso) y observaciones que complementaron la visita de campo, por consiguiente; en la Tabla 4 se exhibe el formato base desarrollado durante la visita de campo a la vereda El Hato.

Cómo se puede evidenciar, los componentes ambientales abordados en la lista de chequeo son: hidrosférico, biótico, faunístico, pedológico, paisajístico y antrópico, con el pronóstico tener una visión y conocimiento amplio acerca de la zona de estudio.

Tabla 4. Formato de lista de chequeo de aspectos ambientales de la vereda El Hato, La Calera- Cundinamarca.

		<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD EL BOSQUE PROGRAMA DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p>				
PERSONA QUE REALIZA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: LAURA SOFÍA CASTELLANOS ARAUJO - KAREN STEPHANIE GÓMEZ CORTES					Fecha: 14 de febrero de 2020	
LISTA DE CHEQUEO DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE LA VEREDA EL HATO, LA CALERA- CUNDINAMARCA						
CONDICIONES AMBIENTALES						
COMPONENTE AMBIENTAL	ASPECTOS	Indicador	SI	NO	EN PROCESO	OBSERVACIONES
H I D R O S F É R I C O	Presencia de fuentes superficiales hídricas cercanas	Ríos				
		Lagos				
	Contaminación hídrica	Color				
		Olor				
		Sólidos suspendidos				
		Otros				
	Fuentes hídricas alternas	Lagos				
		Riachuelos				
		Estanques				
	Usos	Doméstico				
		Industrial				
		Agrícola				
		Consumo humano				
B I Ó	Variedad de especies vegetales	Árboles boscosos				
		Árboles frutales				

T I C O		Musgos				
		Pastizales				
	Especies frutales	Arándano				
		Cerezo				
		Frambuesa				
		Fresa				
	Especies arbóreas conservadoras de agua	Quiebrabarrigo				
		Helecho sarro				
	Presencia de especies foráneas	Pinos				
		Eucalipto				
F A U N Í S T I C O	Variedad de especies	Terrestres				
		Acuáticos				
		Aéreos-terrestres				
	Presencia de fauna terrestre	Mamíferos				
		Reptiles				
		Anfibios				
	Presencia de fauna acuática	Peces				
		Ranas				
	P E D O D O L Ó G I C O	Deforestación	Alto			
Bajo						
Terrenos agrícolas		Subsistencia				
		Industrial				
		Intensiva				
		Extensiva				
Praderas matorrales		Existe				
Bosques		Existe				
Erosión		Existe				

	Inestabilidad	Existe				
	Variedad en el uso	Existe				
	Conservación	Existe				
P A I S A J Í S T I C O	Tipos de paisajes	Naturales				
		Urbanos				
		Desérticos				
		Sabana				
		Selváticos				
		Tundra				
	Deforestación	Alto				
		Bajo				
	Conservación	Alto				
		Bajo				
A N T R Ó P I C O	Estado de vía	Pavimentada				
		Destapada				
		Fácil acceso				
		Difícil acceso				
	Actividades antrópicas	Agricultura				
		Agroindustria				
		Avicultura				
		Construcción				
		Transporte				
		Quema de basuras				
		Ganadería				
		Piscicultura				
		Acueducto				
		Energía				

A N T R Ó P I C O	Servicios públicos	Gas Domiciliario				
		Telefonía				
		Recolección de basuras				
		Alcantarillado				
	Presencia poblacional	Alta				
		Baja				
	Trabajos informales	Existe				
	Instalaciones educativas	Escuelas				
		Colegios				
	Instalaciones de salud	Centro de Salud				
		Hospital de I y II nivel				
	Instalaciones recreativas	Parques recreativos				
		Zonas verdes				
		Gimnasio al aire libre				
Zonas de recreación						
Redes de distribución de agua en la vereda El Hato	Existe					
Existencia de Junta De Acción Comunal	Existe					
Sistemas de recolección de aguas lluvias	Recipientes de recolección					
Presencia de empresas	Industrial					
Presencia de autoridades ambientales	Existe					
Presencia de entidades territoriales en la zona.	Existe					

O	Proyectos ambientales en ejecución	Existe				
	Población aledaña a las fuentes de abastecimiento	Existe				
	Acciones de protección de la cuenca por parte de la comunidad	Existe				

Fuente: (Autores,2020).

Si bien, cada uno de estos componentes son importantes, se le dará relevancia a la hidrología, ya que determina el estado del agua de las fuentes de abastecimiento de la zona de estudio, para ello, las resoluciones 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007) y 631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), determinan las características fisicoquímicas y microbiológicas aceptables para el consumo de agua y vertimiento del recurso hídrico, a partir de parámetros como: coliformes totales, DBO_5 , DQO, turbiedad, pH, grasas y aceites y sólidos suspendidos totales. Los valores máximos permisibles de dichos parámetros según la normatividad expuesta anteriormente son:

Tabla 5. Límites máximos aceptables para el consumo de agua y vertimiento del recurso hídrico.

Parámetro	Valor máximo aceptable	Normativa	Quien lo expide
Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³	Resolución 2115 de 2007	Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
DBO_5	*	**Resolución 631 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
DQO	*	**Resolución 631 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Turbiedad	<2 UNT	Resolución 2115 de 2007	Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
pH	6,5 - 9,00	Resolución 2115 de 2007	Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Grasas y aceites	*	**Resolución 631 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Sólidos suspendidos totales	*	Resolución 631 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007), (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Nota:

*Parámetro no apto para consumo de agua humano.

**Normatividad que establece los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales, puesto que dichos parámetros no deben ser evaluados en calidad de agua para consumo humano porque no debe haber presencia de ello.

Para el desarrollo del balance hídrico, se tuvo en cuenta la oferta y la demanda de los Habitantes de la vereda El Hato, para ello, primero se analizaron los caudales mensuales desde el año 1998 hasta 2017 de la información obtenida a partir de la estación hidrológica Puente La Calera, con ello se obtuvo el rendimiento y finalmente la oferta, segundo, para determinar la demanda, se encontró el consumo promedio por habitante en el uso doméstico para el año 2020 (IDEAM, 2019), que con la población de la vereda El Hato, se determinó la demanda hídrica de la zona de estudio.

5.5.2 Objetivo específico 2: Definir las orientaciones para el programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Tabla 6. Matriz de variables para el objetivo 2.

Dimensión	Variable	Aspecto	Índice/ Unidad de medida	Técnica	Instrumento
Ecológica	Agua	Demanda (Consumo)	m ³ / s	Testimonio	Diálogo con líder comunitario Observación directa
		Alternativas	Tipo de alternativas	Visita de campo	Guía de uso eficiente y ahorro del agua
		Red de distribución	Tubería doméstica	Visita de campo	Observación directa
		Almacenamiento	m ³ o Litros	Visita de campo	Observación directa
Social	Hábitos de consumo para uso doméstico	Orientación del recurso hídrico	Bueno o malo	Testimonio	Observación directa

Fuente: (Autoras, 2020).

Para el desarrollo de este objetivo se tuvo en cuenta la Guía para el uso eficiente y ahorro del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), que permitió identificar a partir de las orientaciones propuestas, las seleccionables al proyecto en ejecución, siendo una de ellas el esquema del recorrido del agua desde las fuentes de abastecimiento hasta su disposición en los hogares de la vereda, teniendo en cuenta aspectos como: captación, conducción, redes de distribución, consumo, hábitos de uso del agua por parte de la comunidad. Para ello se construyó una tabla con tres columnas las cuales hicieron referencia a las alternativas y buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua y la viabilidad de cada una de dichas alternativas teniendo en cuenta la observación directa realizada en la zona de estudio.

La viabilidad fue clasificada en tres tipos (baja, media y alta), cada una de ellas con un color representativo (rojo, amarillo y verde, respectivamente) y su correspondiente descripción (asignación de recursos alto, medio o bajo); cuando el tipo de viabilidad es bajo, significa que los gastos económicos podrían elevarse considerablemente y hay que tener precaución en ello, si es medio, se observa que se tendría que realizar un aporte económico de retorno lento con la finalidad de implementar estrategias que ayuden a optimizar el manejo y uso del recurso hídrico y si es alta, permite dar a conocer que la inversión económica podría recuperarse fácilmente o verse reflejada en buenas prácticas de uso eficiente y ahorro de agua de impacto directo con la comunidad de la vereda El Hato.

Tabla 7. Viabilidad de implementación.

Clasificación	Tipo de viabilidad	Descripción de la viabilidad
	Alto	Asignación de recursos bajo
	Media	Asignación de recursos medio
	Bajo	Asignación de recursos alto

Fuente: (Autores, 2020).

5.5.3 Objetivo específico 3: Formular un plan de acción para el uso eficiente y ahorro del agua.

Tabla 8. Matriz de variables del objetivo 3.

Dimensión	Variable	Aspecto	Índice/ Unidad de medida	Técnica	Instrumento
Ecológica	Agua	Uso del agua	Litros	Testimonio	Observación directa
Social	Plan de acción	Estudio del recurso hídrico	Fuentes de abastecimiento o hídricas, hábitos de consumo y disposición final	Testimonio	Entrevista
					Observación directa
Económica	Ahorro	Inversión en la compra de recurso hídrico	Pesos Colombianos	Cotización	Análisis de costos

Fuente: (Autoras, 2020).

A partir de las variables de este objetivo, se deben definir las estrategias de responsabilidad social para la determinación de planes de protección, conservación y recuperación de las cuencas y fuentes de abastecimiento de la zona de estudio, con la finalidad de formular un instrumento de evaluación continua de las acciones sobre el recurso hídrico, llamado Plan de Acción para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua con base en los lineamientos para la construcción de un Plan de Acción según el Ministerio de Cultura. Dicho plan de acción contempla diversas actividades, teniendo en cuenta los objetivos, la meta, procedimientos, actividades, tiempo, recursos empleados y el nombre de los responsables, a partir de la tabla 9.

Tabla 9. Formato de formulación de plan de acción.

Objetivos	Meta	Procedimiento	Actividades	Tiempo	Recursos	Responsable

Fuente: (Ministerio de Cultura, 2010).

Las *Actividades* contemplan las iniciativas que deben tener en cuenta para el cumplimiento de los *Objetivos*, la *Meta* es el logro que se obtiene cuando se cumpla con cada objetivo del trabajo de grado, el *Procedimiento* determina las variables que definen cada actividad, el *Tiempo* da a conocer la duración de la ejecución de cada una de las actividades, los *Recursos* muestran los implementos o las cosas necesarias para el cumplimiento de cada *Actividad* y el *Responsable* es el encargado de realizar cada actividad.

6. Resultados

La información que se expone a continuación está relacionada con los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto junto con su respectivo análisis.

6.1 Resultados por objetivos:

6.1.1 Resultados del objetivo 1: Identificar las características y necesidades actuales frente al recurso hídrico de los habitantes de la vereda El Hato, La Calera.

Como parte del proceso de revisión y análisis de la información obtenida en bases de datos y plataformas físicas se define la siguiente estructura:

Figura 6. Recopilación de la información.



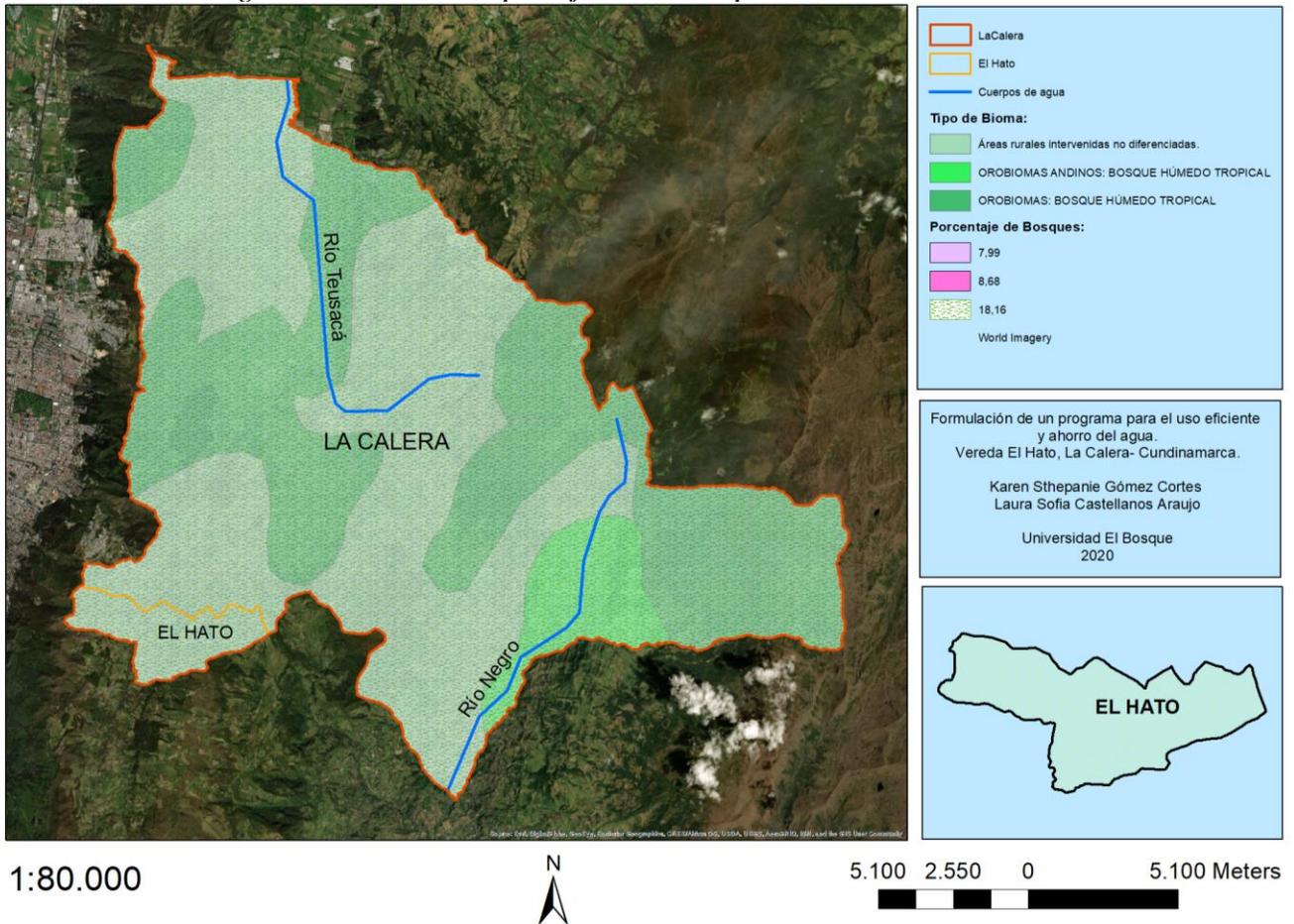
Fuente: (Autoras, 2020).

Al recopilar la información acerca del proyecto, se evidenció que los datos relacionados con la vereda El Hato son escasos, por consiguiente, se procedió a realizar un análisis geoespacial con la finalidad de terminar los límites territoriales de la zona de estudio, tal como se evidencia en la figura 7.

Gracias al software de análisis espacial, ArcGIS 10.3 y al Sistema de Información Geográfica (SIG) se creó un mapa que comprende el área total del municipio de La Calera, adicionalmente, se muestra el territorio de la vereda El Hato, en este mapa se evidencian diversos biomas considerados como conjuntos de factores bióticos y abióticos basados en la variedad de unidades paisajística que, para este caso son de tipo terrestre, donde el 18,16% del área corresponde a bosques, tanto en la vereda como en el municipio en general, existen orobiomas andinos de

bosque húmedo tropical al igual que áreas rurales intervenidas no diferenciadas repartido por todo el territorio municipal, adicionalmente, la zona cuenta con dos afluentes principales que cubren gran parte del territorio, que son el Río Negro y el Río Teusacá, todo este análisis se obtiene de los descargables del SIG-OT (Salinas Chávez & Ramón Puebla, 2013).

Figura 7. Unidades de paisaje del municipio La Calera.

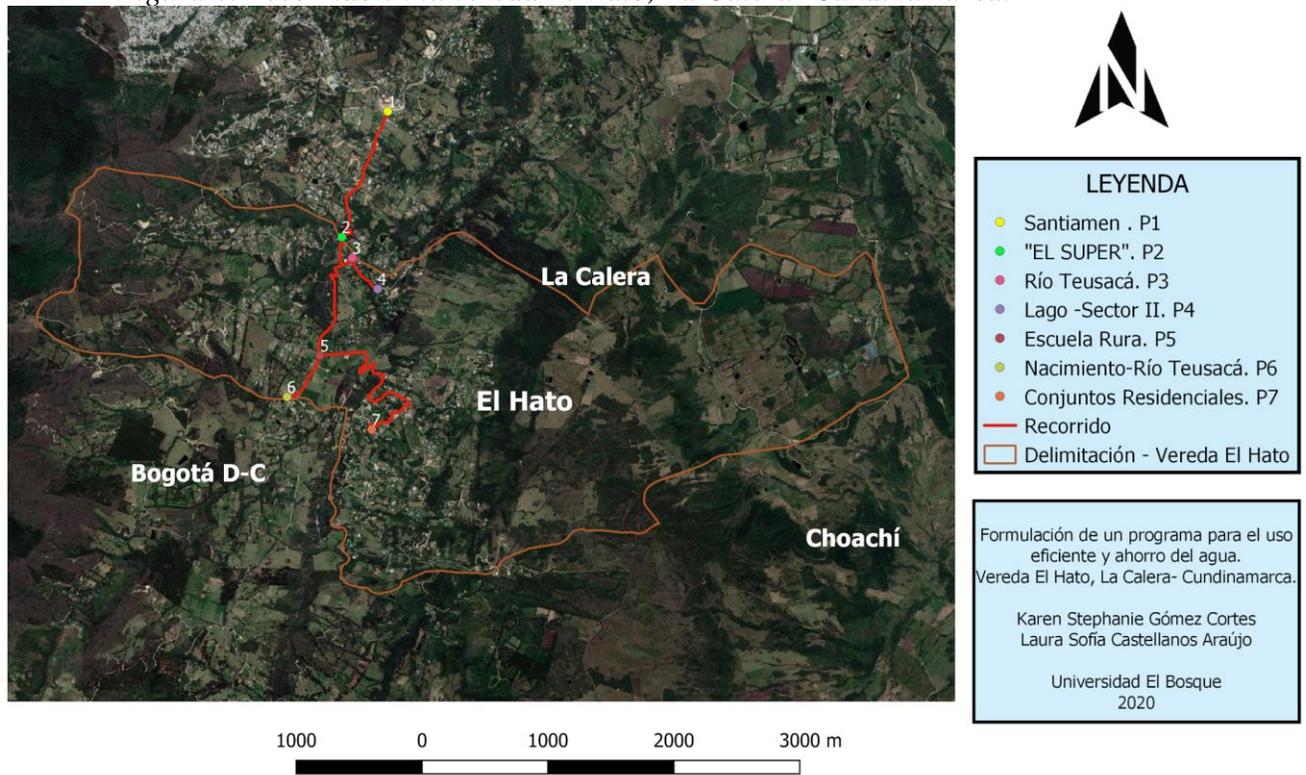


Fuente: (Autoras, 2020).

Teniendo en cuenta que se realizó una espacialización de la zona con la finalidad de poder identificar características, se procedió a diseñar el posible recorrido que se llevo a cabo en la visita de campo, junto con sus paradas técnicas. Para la elaboración de este se utilizó la herramienta Google Earth, que permitió visualizar la zona en tiempo real, lo que contribuyó con la elaboración de la ruta, y así correlacionar la información visualizada con el sistema de información geográfica (SIG) QGIS.

Durante la visita de campo, se realizó un recorrido aproximadamente de 2 horas y 30 minutos, ya que se realizaron 7 paradas técnicas, puesto que la meta era obtener la mayor cantidad posible de información. En la figura 8 se expone el recorrido realizado.

Figura 8. Recorrido en la vereda El Hato, La Calera- Cundinamarca.



Fuente: (Autoras, 2020)

A lo largo del recorrido se obtuvo información en aspectos ambientales tales como: presencia de fuentes hídricas, especies vegetales, fauna, actividades antrópicas, entre otras, para mayor profundidad con respecto a lo mencionado, se muestra en la tabla 10 la lista de chequeo totalmente diligenciada.

Tabla 10. Lista de chequeo desarrollada.

 <p>UNIVERSIDAD EL BOSQUE</p>		<p>UNIVERSIDAD EL BOSQUE PROGRAMA DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERA AMBIENTAL</p>				
<p>PERSONA QUE REALIZA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL:</p> <p>LAURA SOFÍA CASTELLANOS ARAUJO - KAREN STEPHANIE GÓMEZ CORTES</p>					<p>Fecha: 14 de febrero de 2020</p>	
<p>LISTA DE CHEQUEO DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE LA VEREDA EL HATO, LA CALERA-CUNDINAMARCA</p>						
<p>CONDICIONES AMBIENTALES</p>						
COMPONENTE AMBIENTAL	ASPECTOS	Indicador	SI	NO	EN PROCESO	OBSERVACIONES
H I D R O S F É R I C O	Presencia de fuentes superficiales hídricas cercanas	Ríos	X			Presencia del río Teusacá en la vereda
		Lagos	X			Presencia de un lago en la parte alta del sector II de la vereda.
	Contaminación hídrica	Color	X			Cuenta con una tonalidad oscura, esto se considera que se debe al lodo y los restos que caen de los árboles
		Olor		X		No se percibe ningún olor fuerte o que indique algún tipo de contaminación alta en el río Teusacá y en el lago
		Sólidos suspendidos		X		No hay presencia de basura o de residuos sólidos
		Otros	X			Se encuentran restos arbóreo
	Fuentes hídricas alternas	Lagos	X			Un lago en la parte alta del sector II Un lago en el sector VI
		Riachuelos		X		No se observa alguna fuente tipo de riachuelo cercano.
		Estanques	X			Se considera como un estanque el lago encontrado en la parte alta del sector II
		Doméstico	X			Mediante el diálogo con el líder de la comunidad se manifiesta que el único uso del agua es para actividades domésticas.

	Usos	Industrial		X		No hay actividad industrial en la zona.	
Agrícola				X		Pequeñas cabezas de ganado y actividad avícola.	
Consumo humano			X			Por medio de diálogo con el líder de la comunidad, el agua que llega a las viviendas no es utilizada para ingestión, puesto que se para este uso se adquiere por medio de garrafrones de agua.	
B I Ó T I C O	Variedad de especies vegetales	Árboles boscosos	X			Grandes cantidades de especies arbóreas en toda la zona visitada.	
		Árboles frutales		X		No se logra observar desarrollo de especies frutales a gran escala.	
		Musgos	X			Presencia cerca de las fuentes hídricas encontradas	
		Pastizales	X			Varias zonas observadas donde hay presencia de pastizales	
	Especies frutales	Arándano		X		Las heladas que se presentan en la zona no permiten el crecimiento de especies frutales.	
		Cerezo		X		Las heladas que se presentan en la zona no permiten el crecimiento de especies frutales.	
		Frambuesa		X		Las heladas que se presentan en la zona no permiten el crecimiento de especies frutales.	
		Fresa		X		Las heladas que se presentan en la zona no permiten el crecimiento de especies frutales.	
	Especies arbóreas conservadoras de agua	Quiebrabarrigo	X			Se alcanzan a observar algunas especies.	
		Helecho sarro	X			Se alcanzan a observar algunas especies.	
	Presencia de especies foráneas	Pinos	X			Alta cantidad.	
		Eucalipto	X			Alta cantidad.	
	F A U N Í S	Variedad de especies	Terrestres	X			Se logra observar algunos animales, pero a muy baja escala.
			Acuáticos		X		No se logra observar animales acuáticos en las dos fuentes visitadas.
Aéreos-terrestres				X		No se logra observar especies aéreo terrestres en la zona.	

T I C O	Presencia de fauna terrestre	Mamíferos	X			Se visualizan animales domésticos tales como perros y gatos, además de algunas cabezas de ganado y equinos.
		Reptiles		X		No se evidencia ningún tipo de reptil en la zona.
		Anfibios		X		No se identifica ningún tipo de anfibios en la zona.
	Presencia de fauna acuática	Peces		X		Según testimonio, la ausencia de peces se debe a la alta contaminación que se presentó tiempo atrás en el río Teusacá por vertimientos
		Ranas		X		Según testimonio, la carencia de especies de anfibios se debe a la alta contaminación que se presentó tiempo atrás en el río Teusacá por vertimientos.
P E D O D O L Ó G I C O	Deforestación	Alto		X		La zona de estudio es considerada como reserva forestal y por tal razón este tipo de actividades no están permitidas y son sancionadas.
		Bajo		X		La zona de estudio es considerada como reserva forestal y por tal razón este tipo de actividades no están permitidas y son sancionadas
	Terrenos agrícolas	Subsistencia		X		No hay presencia de actividades agrícolas en la zona
		Industrial		X		No hay presencia de actividades industriales.
		Intensiva		X		No se evidencia actividades a pequeña escala para su comercialización
		Extensiva		X		No se evidencia actividades a gran escala para su comercialización
	Praderas matorrales	Existe	X			Zonas con presencia de praderas matorrales
	Bosques	Existe	X			La mayoría de la zona tiene presencia de bosques
	Erosión	Existe	X			En una zona de montaña, se encuentra suelo fragmentado, lo que nos permite identificar que hay erosión del suelo por actividades antrópicas
	Inestabilidad	Existe	X			Debido a la fragmentación del suelo, se considera un terreno inestable además se visualiza una textura arenosa.
Variedad en el uso	Existe		X		No hay presencia de actividades que estén relacionadas con el uso del suelo	

	Conservación	Existe				No se cuenta con parámetros para saber si hay conservación o no.
P A I S A J Í S T I C O	Tipos de paisajes	Naturales	X			Grandes extensiones de zonas naturales, sin intervención humana.
		Urbanos	X			Algunas zonas se encuentran urbanizadas, esto se debe a la construcción de casas y conjuntos.
		Desérticos		X		La zona visitada presenta un clima con baja temperatura, lo que no es característico de un paisaje desértico.
		Sabana	X			Se considera que hay presencia de algún tipo de paisaje sabana, puesto que hay alta presencia de arbustos, pasto y bosque.
		Selváticos		X		No hay presencia de vegetación, ni de fauna, la vegetación presente no cuenta con una tonalidad verde intensa.
		Tundra		X		No es una zona biogeográfica polar.
	Deforestación	Alto				NA
		Bajo				NA
	Conservación	Alto				NA
		Bajo				NA
A N T R Ó P I C O	Estado de vía	Pavimentada	X			Al momento de dirigirse hacia la vereda El Hato, la vía cuenta con pedazos de carretera pavimentada, se podría que la vía principal, se encuentra en dicho estado.
		Destapada	X			Las vías para dirigirse hacia las diferentes zonas que conforman la vereda se encuentran en estado de trocha.
		Fácil acceso	X			Puesto que la zona es muy concurrida por ciclistas, esto facilita su acceso y conocimiento.
		Difícil acceso		X		La vía es muy concurrida y su llega no tiene ningún tipo de dificultad.
	Actividades antrópicas	Agricultura		X		No se cuenta con criterio de afirmar la ausencia de agricultura, debido a la gran extensión del territorio, aunque en la visita de campo no se observa dicha actividad.
		Agroindustria		X		No se cuenta con criterio de afirmar la ausencia de agroindustrias debido a la gran extensión del territorio, aunque en

A
N
T
R
Ó
P
I
C
O

						la visita de campo no se observa dicha actividad.
		Avicultura	X			Se observa a pequeña escala, para consumo dentro de la vivienda y venta a la población cercana
		Construcción	X			Casas y fincas
		Transporte	X			Poco tránsito vehicular
		Quema de basuras		X		Mediante letreros se evidencia la prohibición de quema de basura en la zona.
		Ganadería	X			Ganado a pequeña escala, tal vez para suplir algunos productos básicos
		Piscicultura		X		Debido a los testimonios dados, por la contaminación en las fuentes hídricas, la actividad de piscicultura no se puede llevar a cabo.
	Servicios públicos	Acueducto			X	Redes de distribución adecuadas por la comunidad mediante tuberías que se encuentran comunicados a un lago, al río Teusacá y el nacimiento del río Teusacá que por medio de motobombas o por la misma gravedad o inclinación del terreno se distribuye el agua a los hogares
		Energía	X			Se denota que hay servicio de energía, puesto que se evidencia postes proveedores de energía.
		Gas Domiciliario			X	Se observa una camioneta con cilindros de gas
		Telefonía	X			Antenas satelitales
		Recolección de residuos	X			En las puertas de cada casa se encuentra un sticker acerca del servicio de aseo
		Alcantarillado			X	No se observa alcantarillado, ni métodos que realicen una función similar
	Presencia poblacional	Alta			X	Se visualizan personas como campesinos, pero no en gran cantidades cantidad, esto debido a que la visita se realizó entre semana.
		Baja	X			La cantidad de personas que se observaron fueron pocas.
	Trabajos informales	Existe	X			Se logra observar algún tipo de ventas de huevos y leche, también se evidencia una tienda donde se puede encontrar

A
N
T
R
Ó
P
I
C
O

					gran variedad de productos para el consumo de la comunidad.
Instalaciones educativas	Escuelas	X			Básica primaria
	Colegios		X		Para acceder a la educación superior secundaria se debe dirigir hacia el municipio La Calera o a la ciudad Capital Bogotá, puesto que no hay colegios.
Instalaciones de salud	Centro de Salud		X		El testimonio de un habitante de la zona, confirma que no hay centro de salud.
	Hospital de I y II nivel		X		El testimonio de un habitante de la zona, confirma que no hay hospitales.
Instalaciones recreativas	Parques recreativos		X		El testimonio de un habitante de la zona, confirma que no hay parques recreativos.
	Zonas verdes		X		El testimonio de un habitante de la zona, confirma que no hay zonas verdes.
	Gimnasio al aire libre		X		El testimonio de un habitante de la zona, confirma que no hay gimnasio al aire libre.
	Zonas de recreación		X		El testimonio de un habitante de la zona, confirma que no hay zonas de recreación.
Redes de distribución de agua en la vereda El Hato	Existe	X			Tuberías, bajantes y motobombas
Presencia de Junta De Acción Comunal	Existe		X		No se observa una zona o espacio donde se pueda llevar a cabo una Junta
Sistemas de recolección de aguas lluvias	Recipientes de recolección		X		En las casas vistas no se evidencian diferentes tipos de recipientes que tengan como función recolectar agua
Presencia de empresas	Industrial		X		No hay actividad industrial en la zona
Presencia de autoridades ambientales	Existe		X		No se observa alguna entidad ambiental.
Presencia de entidades territoriales en la zona	Existe		X		No se observa alguna entidad territorial en la zona.
Proyectos ambientales en ejecución	Existe		X		No se observa ningún tipo de proyecto que se encuentre estrechamente relacionado con el mejoramiento del ambiente.
Población aledaña a las fuentes de abastecimiento	Existe	X			A cada fuente de abastecimiento la rodea cierta cantidad de casas, las cuales se abastecen de la misma

	Acciones de protección de la cuenca por parte de la comunidad	Existe		X		No se cuenta con criterio alguno para la afirmación de ausencia de acciones de protección de la cuenca, aunque considerando que esta zona es reserva forestal se debería estar realizando actividades por parte de entidades públicas. .
--	---	--------	--	---	--	--

Fuente: (Autoras, 2020).

Al diligenciar la lista de chequeo se evidenció que hay aspectos que no se pueden identificar a simple vista, como lo es la calidad de agua de las fuentes hídricas cercanas a la vereda El Hato (Río Teusacá y Lago), por esta razón, se recurre al laboratorio bioPolab para que realizara la toma de la muestra y su respectivo análisis de laboratorio, donde se obtuvo la información mostrada en las tablas 11 y 12.

Tabla 11. Calidad de agua del río Teusacá.

Parámetro	Resultado	Unidades	Técnica analítica	Método
Coliformes Totales	13000	NMP/100 mL	Fermentación en tubos múltiples	SM 9221 B. Edition 23RD 2017
DBO_5	21	mg O ₂ /L	5-Day BOD Test	SM 5210 B, Ed 23ASTM D888-18 Método C
DQO	46,2	mg O ₂ /L	Closed Reflux, Titrimetric Method	SM 5220 C.Ed 23
Turbiedad	7,42	NTU	Nephelometric Method	SM 2130B. Ed 23, 2017.
pH	7,3	Unidad de pH	Electrometric Method	SM 4500-H+ B.Ed 23
Grasas y Aceites	<9,97	mg/L	Extracción líquido - líquido, partición Gravimétrica.	S.M. 5520 B.Ed 23
Sólidos Suspendidos Totales	<11,6	mg/L	Secado a 104°C Gravimétrico	SM 2540 D.Ed 23

Fuente: Laboratorio bioPolab, 2020.

Tabla 12. Calidad de agua del lago.

Parámetro	Resultado	Unidades	Técnica analítica	Método
Coliformes Totales	<1,8	NMP/100 mL	Fermentación en tubos múltiples	SM 9221 B. Edition 23RD 2017
DBO_5	22,7	mg O ₂ /L	5-Day BOD Test	SM 5210 B, Ed 23ASTM D888-18 Método C
DQO	47	mg O ₂ /L	Closed Reflux, Titrimetric Method	SM 5220 C.Ed 23

Turbiedad	4,06	NTU	Nephelometric Method	SM 2130B. Ed 23, 2017.
pH	7,5	Unidad de pH	Electrometric Method	SM 4500-H+ B.Ed 23
Grasas y Aceites	<9,97	mg/L	Extracción líquido - líquido, partición Gravimétrica.	S.M. 5520 B.Ed 23
Sólidos Suspendidos Totales	22	mg/L	Secado a 104 °C Gravimétrico	SM 2540 D.Ed 23

Fuente: Laboratorio bioPolab, 2020.

Para tener certeza si el problema que tiene la vereda El Hato es por mal manejo o escasez del recurso hídrico, se procedió al desarrollo de un balance que identifica la oferta (disponibilidad del líquido vital) y la demanda (agua necesaria para el sostenimiento de la zona de estudio), para el desarrollo de tal balance hídrico se realizó una búsqueda de la información de caudales (m³/s) del río Teusacá en la estación hidrológica PTE La Calera (Corporación Autónoma Regional, 2016) manejada por la Corporación Autónoma Regional (CAR). con datos comprendidos en el periodo de 1998 hasta 2017, los cuales se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Caudales de la estación hidrológica desde 1998 a 2017.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998	0,377	0,866	1,22	1,219	2,282	0,525	4,362	2,844	0,113	0,834	1,039	3,5
1999	1,296	0,172	0,167	0,542	1,192	0,716	3,847	4,116	3,65	2,192	2,64	1,679
2000	2,175	2,9	1,825	2,641	3,181	2,271	1,638	6,084	6,437	1,246	1,786	0,557
2001	0,489	0,174	0,202	4,748	0,218	0,339	1,937	2,557	3,521	0,589	1,206	1,348
2002	0,589	1,353	1,089	3,407	2,419	7,075	3,072	3,423	3,586	3,29	4,108	1,717
2009	2,657	4,818	3,564	11,054	5,132	0,229	0,2	0,2	0,627	0,26	0,099	0,362
2010	1,02	0,976	1,161	1,066	1,271	0,594	1,186	0,564	0,266	0,671	0,52	0,231
2011	0,207	1,888	1,49	2,65	0,483	2,176	2,721	0,555	0,417	1,517	1,459	3,483
2012	1,412	2,637	0,677	4,779	3,752	0,852	3,472	3,989	1,606	4,175	0,516	0,077
2013	0,049	0,003	0,002	0,01	0,029	0,004	0,005	0,02	0,003	0,003	0,087	0,05
2014	0,007	0,002	0,003	0,002	0,002	0,018	0,037	0,005	0,005	0,018	0,065	0,042
2015	0,5	0,475	0,498		0,398	1,427	0,959	0,61	0,687	0,117	0,187	0,124
2016	0,006	0,182	0,368	0,578	0,517	0,357	0,853	0,705	0,951	1,475	2,548	1,404
2017	1,216	1,992	2,504	2,43	2,729	2,41	1,33	0,835	0,788	1,585	1,493	1,202

Fuente: (Corporación Autónoma Regional, 2016)

A partir de la información brindada por la estación de monitoreo se obtuvo el caudal promedio mensual multianual (Q), con dichos datos se realizó una media dando como resultado el caudal

promedio total en la época de 1998 a 2017 (Q_T), la siguiente tabla resume historial de caudales promedios mensuales y anuales en metros cúbicos por segundo y su equivalente en litros por segundo:

Tabla 14: Caudal promedio mensual río Teusacá

Mes	Caudal promedio 1998 - 2017	
Enero	0,9 m ³ /s	900 L/s
Febrero	1,3 m ³ /s	1300 L/s
Marzo	1,1 m ³ /s	1100 L/s
Abril	2,7 m ³ /s	2700 L/s
Mayo	1,7 m ³ /s	1700 L/s
Junio	1,4 m ³ /s	1400 L/s
Julio	1,8 m ³ /s	1800 L/s
Agosto	1,9 m ³ /s	1900 L/s
Septiembre	1,6 m ³ /s	1600 L/s
Octubre	1,3 m ³ /s	1300 L/s
Noviembre	1,3 m ³ /s	1300 L/s
Diciembre	1,1 m ³ /s	1100 L/s
Q_T	1,5 m³/s	1500 L/s

Fuente: (Autoras, 2020)

Luego de obtenida la información de los caudales, se encontró el rendimiento mensual (q), cabe resaltar que el área de cobertura de la estación hidrológica PTE La Calera es de 46 Km², por ello, se optó por definir un área de interés (A) de 25 Km², dicho proceso se resume en detalle a continuación:

Tabla 15: Rendimiento mensual multianual del río Teusacá

Mes	q
Enero	36 L/s Km ²
Febrero	52 L/s Km ²
Marzo	44 L/s Km ²
Abril	108 L/s Km ²
Mayo	68 L/s Km ²
Junio	56 L/s Km ²
Julio	72 L/s Km ²
Agosto	76 L/s Km ²
Septiembre	64 L/s Km ²
Octubre	52 L/s Km ²
Noviembre	52 L/s Km ²
Diciembre	44 L/s Km ²

Fuente: (Autoras, 2020).

Para fines explicativos, la fórmula del rendimiento (Sánchez, 2020), se define como:

$$q = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

Siguiendo con el proceso, se encontró el volumen del río Teusacá (V_{rT}) a partir del caudal promedio (medido en m^3/s), con base en la siguiente expresión matemática:

$$V_{rT} = Q * t_M \quad (2)$$

Donde t_M es el tiempo equivalente de un mes medido en segundos (Sánchez, 2020). El volumen mensual del afluente se evidencia de la siguiente manera:

Tabla 16: Volumen mensual del río Teusacá 1998 - 2017

Mes	Días	t_M	V_{rT}
Enero	31	2'678.400 s	2,41 Mm ³
Febrero	28	2'419.200 s	3,15 Mm ³
Marzo	31	2'678.400 s	2,95 Mm ³
Abril	30	2'592.000 s	6,998 Mm ³
Mayo	31	2'678.400 s	4,55 Mm ³
Junio	30	2'592.000 s	3,63 Mm ³
Julio	31	2'678.400 s	4,82 Mm ³
Agosto	31	2'678.400 s	5,09 Mm ³
Septiembre	30	2'592.000 s	4,15 Mm ³
Octubre	31	2'678.400 s	3,48 Mm ³
Noviembre	30	2'592.000 s	3,37 Mm ³
Diciembre	31	2'678.400 s	2.95 Mm ³

Fuente: (Autoras, 2020).

Para hallar el volumen del lago (V_L) medido en millones de metros cúbicos (Mm³), se usaron los diversos instrumentos de medición, obteniendo que esta fuente de abastecimiento es de forma elipsoidal con un largo (x), ancho (y) y profundidad (z) de 70 m, 30 m, y 2,5 m, respectivamente, por definición, la ecuación a emplear es la siguiente:

$$V_L = \frac{4\pi}{3} xyz \quad (3)$$

Es necesario aclarar que el lago cercano tiene épocas en que desaparece a causa de las condiciones climáticas, como es el verano o tiempo de sequía, el cual se presenta en los meses de julio, septiembre y noviembre (Cristancho, 2020), por ello su volumen es nulo, adicionalmente, se asume que en la época de 1998 a 2017, este estanque no presenta cambios significativos, por ello el volumen promedio mensual multianual sería V_L . Al aplicar la ecuación (3), se obtuvo que el volumen del lago corresponde a:

Tabla 17: Volumen mensual del lago cercano 1998 - 2017

Mes	V_L
Enero	0.022 Mm ³
Febrero	0.022 Mm ³
Marzo	0.022 Mm ³
Abril	0.022 Mm ³
Mayo	0.022 Mm ³
Junio	0.022 Mm ³
Julio	0 Mm ³
Agosto	0.022 Mm ³
Septiembre	0 Mm ³
Octubre	0.022 Mm ³
Noviembre	0 Mm ³
Diciembre	0.022 Mm ³

Fuente: (Autoras, 2020).

Por definición, el volumen total corresponde a la sumatoria de volúmenes de cada uno de los afluentes disponibles para la vereda El Hato, por ende, la siguiente tabla muestra en detalle el gran total de este parámetro, donde su promedio es considerado como la oferta hídrica anual (O_y):

Tabla 18: Volumen total fuentes de abastecimiento 1998 – 2017

Mes	V_T
Enero	2,432 Mm ³
Febrero	3,172 Mm ³
Marzo	2,972 Mm ³
Abril	7,02 Mm ³
Mayo	4,572 Mm ³
Junio	3,652 Mm ³
Julio	4,82 Mm ³
Agosto	5,112 Mm ³
Septiembre	4,15 Mm ³
Octubre	3,502 Mm ³
Noviembre	3,37 Mm ³
Diciembre	2,972 Mm ³
O_y	3,9788 Mm³

Fuente: (Autoras, 2020)

Para obtener la oferta hídrica diaria (O_d), basta dividir O_y entre la cantidad de días que tiene un año, obteniendo como resultado que O_d es igual a **0,0109 Mm³**.

Una vez identificado el valor de la oferta hídrica diaria, se procede a analizar la demanda, por ello, se determina cuál es el consumo promedio por habitante por año en el uso doméstico

(C_{ppy}); C_{ppy} se obtiene del Estudio Nacional de Agua más reciente (año 2018), en las proyecciones de la tabla 81, llamada factor de uso $m^3/habitante$ para el año 2020, por ende C_{ppy} es igual a $57,8 m^3/habitante$ año (IDEAM, 2018), por consiguiente, para hallar el consumo promedio por habitante por día (C_{ppd}), C_{ppy} se divide entre la cantidad de días que tiene el año obteniendo que C_{ppd} es $0.158 m^3/habitante$ día, como la vereda El Hato tiene una población (P_v) de 4500 habitantes (Cristancho, 2020), la demanda hídrica diaria (D_d) es definida a partir de la siguiente expresión matemática:

$$D_d = (C_{ppd})(P_v) \tag{4}$$

Al solucionar esta ecuación se obtiene que la demanda hídrica diaria de la zona de estudio es de **0,000711 Mm³**.

6.1.2 Resultados del objetivo 2: Definir las orientaciones para el programa de uso eficiente y ahorro del agua.

En la figura 9, se ilustra el sistema de abastecimiento de agua de la vereda El Hato, La Calera:



Fuente: (Autoras, 2020).

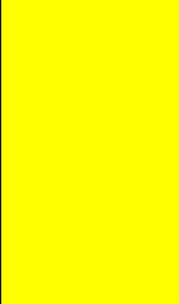
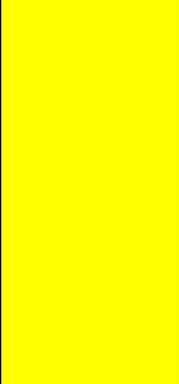
La captación del agua se hace de dos fuentes hídricas: la principal un lago cercano y la secundaria, el río Teusacá; la conducción del agua se realiza en forma mecánica a través de sistemas de bombeo o en su defecto de manera manual transportándose por medio de canecas para almacenar el líquido en tanques de reserva o albercas que también reciben agua proveniente de las precipitaciones. Una vez el agua en la acometida, se realiza la distribución en la vivienda

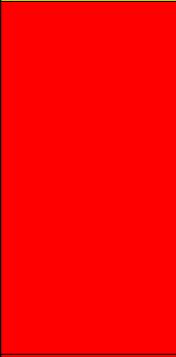
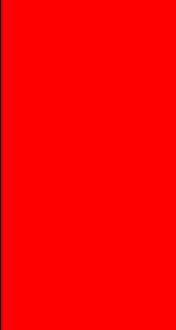
y las servidas se descargan a campo abierto por infiltración y en muy pocas viviendas se cuenta con disposición a un tanque séptico.

Debido a que no se cuenta con un aprovechamiento adecuado del agua, a pesar de las limitaciones del recurso en la región, referido a abastecimiento particularmente, se pretende realizar el proceso de orientación mediante alternativas y buenas prácticas de uso eficiente y ahorro del agua que se resume en la tabla 15.

Tabla 19. Alternativas y buenas prácticas de uso eficiente y ahorro de agua.

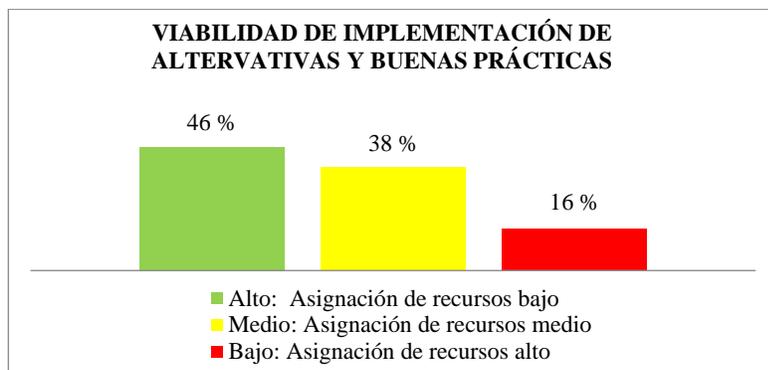
ALTERNATIVAS Y BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA				
Alternativas y actividades de buenas prácticas	Descripción	Gráfico	Clasificación	Tipo Viabilidad
Instalación de mecanismos de reducción del consumo en sanitarios que no cuenten con un sistema ahorrador (Botellas de agua que invadan el espacio que debe ocupar el agua para disminuir el volumen).	Optimizar el consumo de agua de los tanques de cada sanitario para reducir el consumo como: árboles con sistema ahorrador o botella con agua para disminuir el volumen de almacenamiento en el tanque sanitario.		Ahorro	
Instalación de grifería ahorradora sanitaria, duchas o en toda la casa	Grifería de agua o llave de paso con sistema de ahorro, filtro y regulación de agua.		Ahorro	
Implementación de aireadores o perlizadores en la grifería de las duchas y lavamanos para permitir el ahorro en el consumo de agua.	Los aireadores o perlizadores son implementos que van a permitir distribuir el agua de tal forma que en la salida de la llave abarque una mayor área y así mismo disminuye el tiempo de apertura de la llave.		Ahorro	

<p>Mantenimiento de la red de distribución doméstica del recurso hídrico.</p>	<p>Limpiar las tuberías y hacer revisión periódica de la tubería de la casa y así evitar las fugas de agua.</p>		<p>Ahorro</p>	
<p>Evitar la siembra de especies arbóreas de alto consumo de agua.</p>	<p>No sembrar plantas en las viviendas que necesite una hidratación continua.</p>		<p>Ahorro</p>	
<p>Sistemas de riego por aspersión en las zonas de jardinería o en actividades agrícolas que se desea implementar, para que no se genere desperdicio del agua.</p>	<p>Los sistemas de riego distribuyen de manera óptima el agua en un área determinada.</p>		<p>Ahorro</p>	
<p>Implementación de sistemas de captación pluvial.</p>	<p>Desarrollar superficies que permitan la recopilación de la lluvia como techos inclinados con canales de captación de agua o tanques al aire libre.</p>		<p>Uso eficiente</p>	
<p>Depuración de las aguas grises mediante la implementación de especies vegetales</p>	<p>Las aguas grises pueden ser utilizadas en labores domésticas, pero para ello es necesario llevarla un tratamiento que se realiza con especies vegetales tales como el junco y el papiro, las cuales serán las encargadas de llevar a cabo el proceso de tratamiento de agua natural.</p>		<p>Uso eficiente</p>	

<p>Evitar arrojar grasas y aceites por el desagüe.</p>	<p>Al contaminar el agua con grasas y aceites el tratamiento del agua para su potabilización requiere más energía.</p>		<p>Reducción de la demanda.</p>	
<p>Evitar arrojar elementos contundentes o productos químicos dentro del sanitario.</p>	<p>Arrojar químicos en el agua la contamina de manera que no se puede reutilizar y los elementos contundentes ocasionan daños en el sanitario.</p>		<p>Reducción de la demanda.</p>	
<p>Implementación de contadores.</p>	<p>La Junta Comunal administradora del agua, tenga conocimiento del consumo del agua para llevar el control.</p>		<p>Reducción de la demanda</p>	
<p>Vater con Lavado (Fusión del lavamos con el inodoro) - Zona de baño.</p>	<p>Conexión de la tubería del desagüe del lavamanos con el tanque del sanitario para hacer uso del agua dos veces.</p>		<p>Reúso del agua</p>	
<p>Bolsa Esferic (Bolsa recolectora de agua) - Instalación en la ducha para evitar el desperdicio de agua al momento del baño y esta pueda ser aprovechada en otras actividades.</p>	<p>Es una bolsa plástica ubicada en la ducha para recolectar el agua que sale por está, en el momento en que se esté desperdiciando el agua. La recolección puede ser hasta 3 L.</p>		<p>Reúso del agua</p>	

Fuente: (Autoras, 2020).

Figura 10. Porcentaje de viabilidad de implementación.



Fuente: (Autoras, 2020).

6.1.3 Resultados del objetivo 3: Formular un plan de acción para el uso eficiente y ahorro del agua.

Gracias a las visitas de campo, al desarrollo de la lista de chequeo y la definición de orientaciones, se formuló el Plan de Acción que contempla las actividades desarrolladas para la conservación, cuidado y protección de las fuentes de abastecimiento de la vereda el Hato, La Calera, de la siguiente manera:

Tabla 20. Plan de acción para el uso eficiente y ahorro del agua.

Objetivos	Meta	Procedimiento	Actividades	Tiempo	Recursos	Responsable
Identificar las características y necesidades actuales frente al recurso hídrico de los habitantes de la vereda El Hato	Recopilación de información sobre las necesidades de la vereda El Hato y sus fuentes de abastecimiento	Base de datos de la información recopilada.	Recopilar información en aspectos geográficos, bióticos y socioeconómicos de la zona de estudio.	2 semanas	Fuentes de información de la Universidad El Bosque, Google Académico, observación directa, testimonios, etcétera.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
		Ruta de observación usada en la visita de campo vista mediante los SIG.	Visitar la zona de estudio con el objetivo de trazar una ruta de observación por la vereda y los afluentes cercano y recopilando información	1 semana	Lista de chequeo y mapa de la zona de estudio.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés

			con base en una lista de chequeo.			
		Geoposicionar las fuentes de abastecimiento de la vereda El Hato.	Identificar las fuentes de abastecimiento, almacenamiento, distribución, captación y disposición final del agua de la comunidad de la vereda El Hato.	1 semana	Equipo GPS y cámara digital.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
		Cartografía del municipio de La Calera, la vereda El Hato, los ecosistemas y las fuentes de abastecimiento hídricas usando los SIG.	Conocer mediante los SIG, los diversos ecosistemas presentes en el municipio de La Calera, con la finalidad de delimitar la vereda el Hato y ubicar geográficamente las fuentes de abastecimiento o cercanas.	1 semana	Mediante ArcGIS, QGIS, Google Earth, entre otros SIG.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
		Análisis de muestra con variables de calidad del agua (DBO, DQO, turbidez, entre otras).	Toma y análisis de la muestra de agua de las fuentes de abastecimiento de la vereda para analizar su calidad.	3 semanas	Mediante análisis de laboratorio de calidad del agua de las fuentes de abastecimiento	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
		Determinar la oferta y demanda hídrica medida en L/s	Realizar un balance hídrico a partir de la información suministrada por las estaciones de monitoreo hídricas cercanas a la vereda el Hato, teniendo en cuenta su	3 - 4 semanas	Estaciones de monitoreo hídricas cercanas al Hato y de la CAR.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés

			oferta y demanda de agua.			
Definir las orientaciones para hacer uso eficiente y ahorro del agua	Formular alternativas para el uso eficiente y ahorro del agua teniendo en cuenta tendencias actuales y la tecnología.	Observación directa de la ruta de abastecimiento hídrico de la vereda El Hato.	Realizar el análisis del sistema de abastecimiento de agua en la vereda El Hato y posibles focos de pérdida del recurso hídrico.	3 - 5 días	Guía de uso eficiente y ahorro del agua del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, suite completa de Microsoft Office.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
		Falencias en el sistema de abastecimiento de agua de la zona de estudio y cómo corregirlas.	Determinar las alternativas y buenas prácticas del uso eficiente y ahorro del agua, teniendo en cuenta su viabilidad en la zona de estudio.	1 semana	Recopilación de información actual de las diversas alternativas para el uso eficiente y ahorro del agua.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
Formular un plan de acción para el eficiente y ahorro del agua	Formular un plan de acción que permita realizar un programa de uso eficiente y ahorro del agua.	Seguimiento a los lineamientos para la formulación del plan	Orientaciones para determinar las acciones correctivas en uso eficiente y ahorro del agua.	2 semanas	Diseño metodológico para el desarrollo de un plan de acción	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés
		Seguimiento a los lineamientos para la formulación del plan	Formulación Diseño de un programa de Uso eficiente y ahorro del agua	4-6 semanas	Recopilación de la información de la investigación de este trabajo de grado.	Laura Sofía Castellanos Araujo y Karen Stephanie Gómez Cortés

Fuente:(Autoras, 2020).

A partir del plan de acción se pretende realizar un análisis que permite formular soluciones a la mayoría de las problemáticas planteando las iniciativas de uso eficiente y ahorro de agua que tienen actualmente la vereda El Hato orientándose a la iniciativa de la educación ambiental así:

Tabla 21. Plan de educación ambiental.

Concepto	Descripción	Tiempo	Actividades	Socialización de resultados
Diagnóstico inicial de la zona de estudio y hábitos de uso eficiente y ahorro del agua	Visita de campo a la vereda El Hato	1 semana	Identificar las fuentes hídricas disponibles, el sistema de abastecimiento de agua y los focos de pérdida de líquido, analizando la calidad del recurso hídrico de cada una de las fuentes.	Campaña de sensibilización jornada 1, toma de datos.
			Hábitos de consumo de la comunidad de la vereda, y sistemas de recirculación de agua.	
			Balance hídrico con base a la oferta y la demanda con respecto a las fuentes de agua.	
			Forma de acceso a la vereda El Hato y sus dificultades	
Desarrollar soluciones para cambiar los hábitos de consumo mediante el uso eficiente y ahorro del agua	Análisis de falencias en el sistema de abastecimiento de agua, riesgos y métodos de mejora con base en alternativas que cambien hábitos de consumo.	2 semanas	Identificar las diversas alternativas para el uso eficiente y ahorro del agua, con la finalidad de mejorar los hábitos de consumo de la comunidad veredal	Campaña de sensibilización jornada 1, conferencia de socialización de resultados.
			Orientar a la comunidad para que adopte una postura frente a la importancia del recurso hídrico y en lo posible adquiera alguna de las alternativas de uso eficiente y ahorro del agua.	
			Observación directa y testimonios de los hábitos de consumo e implementación de alternativas de uso eficiente y ahorro del agua.	Campaña de sensibilización jornada 2, evaluación de la implementación de las orientaciones

Diagnóstico de seguimiento de la zona de estudio y hábitos de uso eficiente y ahorro del agua	Toma de información de seguimiento de los hábitos de consumo e implementación de alternativas para el uso eficiente y ahorro del agua de la comunidad de la vereda El Hato	1 semana	Evaluar la implementación de correcciones en el sistema de abastecimiento del agua.	para mejora de uso eficiente y ahorro del agua.
			Balace hídrico con base a la oferta y la demanda con respecto a las fuentes de agua.	
Evaluación del plan de educación ambiental	Análisis y comparación de plan de educación ambiental teniendo en cuenta la comparación de los datos obtenidos en el diagnóstico inicial y la etapa de seguimiento.	2 semanas	Comparación de balances hídricos entre el diagnóstico inicial y el diagnóstico de seguimiento.	Campana de sensibilización jornada 2, conferencia de socialización de resultados.
			Evaluación del cumplimiento de las orientaciones de uso eficiente y ahorro del agua y concientización por parte de la comunidad de la vereda El Hato.	

Fuente: (Autoras, 2020).

De presentarse un resultado negativo en el plan de educación ambiental, esto afecta de manera directa y significativa el plan de acción, ya que las medidas usadas no impactan positivamente a la comunidad de la vereda El Hato, por consiguiente, se entraría en la posibilidad de realizar un plan de contingencia.

7. Análisis y discusión de resultados

7.1 Análisis por objetivos

7.1.1 Análisis de resultados del objetivo específico 1: Identificar las características y necesidades actuales frente al recurso hídrico de los habitantes de la vereda El Hato, La Calera.

Como primera instancia se efectuó la revisión bibliográfica, con el fin de tener un panorama actual y real de la situación a analizar. Para ello se definió una estructura que permitiera recopilar información pertinente y oportuna, tal y como puede evidenciarse en la Figura.6. Todo esto contando con palabras claves que definiera la necesidad del proyecto, clasificación de los tipos de documentos relevantes caracterizados por la rigurosidad con el contexto establecido.

Por lo tanto, se utilizaron bases de datos tales como Science Direct, Scielo, Google académico, de igual manera, documentos académicos, libros, revistas indexadas e instrumentos como los sistemas de información geográfica (QGIS, ArcGis y Google Earth), por consiguiente; se puede resumir un total de 57 referencias bibliográficas las cuales fueron: 16 libros, 25 informes de tipo académico, 12 sitios web y 4 catalogados otros, además, artículos de periódico y georreferenciación en Google, con base en ello se puede decir que, la mayor parte de la información fue recopilada de informes académicos relacionados con la temática y los demás de libros y sitios web.

Como se observa en la Figura 7, la vereda está ubicada en un bioma que no está definido, adicionalmente, el Hato cuenta con un lago cercano que provee de agua a la población, tal fuente hídrica en épocas de calor queda completamente seca dificultando el abastecimiento a la comunidad, por lo tanto, ésta recurre al río Teusacá por ser la fuente hídrica más cercana que se mantiene con agua a pesar de los climas ya que su bioma está conformado por bosques andinos húmedo-tropical y al ser una zona boscosa evita que el afluente sea afectado drásticamente por condiciones climatológicas.

Para que la visita de campo se llevó a cabo de manera satisfactoria, el inicio del recorrido fue desde la carrera séptima con calle 82, puesto que allí se encuentra la ruta para dirigirse hacia el municipio de la Calera- Cundinamarca, esta vereda evidentemente no se encuentra ubicada dentro de él, sino a un 1 kilómetro después de cruzar el peaje Los Patios, al momento de recorrer dicha distancia, a mano derecha en sentido Bogotá-La Calera se observa un puente peatonal con un pequeño letrero con el nombre de “Santiamén”, esta es la primera parada técnica realizada, puesto que no se tenía conocimiento acerca de la zona, con el fin de obtener información por parte de la comunidad sobre la ubicación específica de la vereda El Hato. Se procede a seguir la instrucciones dadas por la comunidad, que conlleva a llegar a la segunda parada del recorrido que fue en el centro de la Vereda, más conocido como “El Súper”, de allí se desprenden los seis sectores que la conforman, el sector I se visita durante el recorrido hacia el centro, en el sector II se realizan tres paradas en donde se recolecta información de los aspectos ambientales observados y se logra identificar varias falencias, tales como dos fuentes hídricas, carencia de servicios públicos y inexistencia de actividades agrícolas y ganaderas, en cuanto al resto de los sectores, es decir III, IV, V y VI, estos se encuentran prácticamente unidos, por lo que no se

considera necesario llevar a cabo gran cantidad de paradas, aun así se efectuó cinco paradas más, las cuales fueron el lago del sector II, la parte baja del río Teusacá, se prosiguió a dirigirse en dirección a escuela rural de la zona, al nacimiento del río Teusacá que se localiza vía Choachí y finalmente se realiza una pequeña intervención por los alrededores cercanos a las zonas privadas para verificar y corroborar que las características vistas durante el recorrido fuesen similares a la zona donde se encuentran los estratos altos; es de gran importancia dar conocimiento de que hay ausencia de zonas recreativas, verdes, colegios o escuelas y hospitales, entre otros.

El recorrido se llevó a cabo con la compañía y supervisión de un habitante de la zona, lo que permitió una ruta segura, serena, llena de información, puesto que durante todo el recorrido el acompañante otorgó y comentó desde su punto de vista la situación, inconformidad y/o resignación frente a la actual posición con la que vive la comunidad de la vereda El Hato, lo que permitió la construcción del marco geográfico del proyecto mediante testimonio y así corroborar y complementar la que se observa a simple vista.

Ya exponiendo el recorrido realizado, se procedió al conocimiento del desarrollo de la lista de chequeo, la cual cuenta con un componente ambiental hidrosférico que refleja las fuentes hídricas cercanas, lo que evidencia que hay presencia de tres fuentes de abastecimiento las cuales hacen referencia al nacimiento del río Teusacá que se encuentran en la parte alta del sector VI de la vereda, el río Teusacá el cual se localiza en la parte baja del sector II y un pequeño lago que se abastece de aguas lluvias en épocas de invierno ubicado en la parte alta del sector II. Las fuentes hídricas observadas no evidenciaron algún tipo de contaminación relevante, puesto los sólidos suspendidos que encuentra hacen parte del resto de vegetación como ramas, hojas y pequeñas partículas de suelo, la tonalidad y olor en el nacimiento y durante el recorrido del río Teusacá es nulo, pero al momento de la visita de lago si se observa un color oscuro que se deduce que es por la alta cantidad y tonalidad que presenta el suelo, en cuanto al olor no se demuestra alguna alteración.

El componente biótico arroja que hay alta cantidad de especies que no hacen parte de la zona tales como eucaliptos, pinos y cacho de venado, este tipo de especies son consideradas como foráneas, algunos tipos de especies conservadoras de fuentes hídricas como quiebrabarrigo y helecho sarro, esta identificación se logró realizar por medio de recolección previa de información acerca de especies protectoras de agua. Una característica notoria de la zona fue la carencia de árboles frutales, se considera que es debido al clima que se presenta, ya que las temperaturas son bajas y la luz solar es de gran intensidad lo que se deduce que no es un clima apto para el desarrollo de los mismos. En cuanto a la fauna se observó presencia de animales domésticos, tales como gatos y perros y algunas cabezas de ganado y equinos, no se observó ningún tipo de reptil, anfibios y especies acuáticas ni dentro, ni en los alrededores de la zona.

Los aspectos encontrados en el componente pedológico hacen referencia que en la vereda no se realiza, ni se lleva a cabo ningún tipo de actividad agrícola y ganadera, por lo tanto, no se presenta deforestación, además es relevante mencionar que esta zona es considerada como reserva forestal, por lo que este tipo de actividades están prohibidas y son penalizadas, Se evidenció alta cantidad de zonas boscosas, pero en algunas partes altas tales como montañas se presenta desertificación, un factor que permite deducir este tipo característica es la fragmentación que se presenta, lo que indica que hay erosión, además se logra identificar que la

textura del suelo es arenosa, lo que contribuye con la ausencia de vegetación, probablemente este fenómeno se debe a actividades antrópicas que se llegaron a realizar en esas áreas.

Se logró evidenciar varios tipos de paisajes como son naturales, urbanos y sabana, puesto que hay zonas que no están intervenidas por actividad humanas (Paisaje Natural), se encuentran construcciones de casas y fincas (Paisaje urbano), presencia de pasto y árboles (Paisaje sabana).

Finalmente se cuenta con el componente antrópico, en el que se evidenciaron aspectos como estado de la vía, que durante el recorrido por la vía principal se observa su total pavimentación, pero al momento de dirigirse hacia las zonas que conforman dicha vereda se logra observar trocha. Las actividades antrópicas que se llevan a cabo son avícolas y ganaderas a pequeña escala, estas son básicamente para consumo intradomiciliario y venta para la comunidad que se encuentra cerca. El transporte hacia la vereda El Hato se realiza por medio de animales como equinos, también se observa automóviles particulares o servicio de Mototaxi que normalmente no es común utilizarlo debido a sus altos precios. Los servicios públicos con los que cuenta la vereda El Hato son energía, aseo y telefonía, puesto que allí hay presencia de alumbrado público, antenas satelitales y en cada casa vista se encuentra adherido a su puerta una calcomanía que indica que hay prestación de aseo, es decir la recolección de basura, evidentemente se observa que hay carecen de acueducto, alcantarillado y gas natural, lo que representa una debilidad para la zona, ya que son servicios elementales para la supervivencia de cualquier comunidad, debido a que no se cuenta con dichos elementos, la comunidad por iniciativa propia o por la misma necesidad ha implementado sistemas de distribución que consisten en la instalaciones de tuberías que están conectadas directamente a las fuentes de abastecimiento más cercana, allí instalan una motobomba que es la encargada de realizar el proceso de distribución hacia los hogares, cabe resaltar que la persona o familia que no cuente con los recursos económicos de instalar la tubería junto con el instrumento de distribución se verá obligado a dirigirse hacia el río o lago y transportar el agua de manera manual, ya sea en baldes o envases que se sirva para el transporte del mismo, en cuanto a el gas lo adquieren por medio de la compra de pipetas de gas.

La población que se logró evidenciar fue poca, se cree que es debido a que la salida de campo se lleva a cabo entre semana, lo que hay probabilidad de que estén en sus lugares de trabajo, que posiblemente se encuentren fuera de la Vereda, ya sea en La Calera, Bogotá o zonas cercanas, por lo que se mencionaba anteriormente no hay actividades económicas dentro de la zona, por consiguiente tampoco se cuenta con espacios recreativos, centro de salud a dónde las personas puedan acudir en cualquier emergencias, por lo que se denota que deben dirigirse hacia la cabecera municipal para recibir este tipo de servicios, es relevantes mencionar que se cuenta con una escuela de básica primaria que se sitúa en el sector V, esto representa una falta de interés frente al desarrollo educativo de la población que habita, puesto que no cuentan con la oportunidad de tener acceso a un nivel educativo alto sin tener que salir de su territorio, lo que los obliga a buscar nuevas oportunidades fuera de él, desde la perspectiva de los autores se considera como un punto negativo puesto que de ese modo no se observará un desarrollo económico, social y cultural que permita que se generen actividades de mejoría.

Hay carencia tanto de autoridades ambientales como territoriales, por lo tanto, tampoco se observan proyectos en ejecución que permitan la conservación y protección del área de estudio tanto por parte de ellas como de la comunidad.

Con respecto a la calidad de las fuentes de abastecimiento hídrico de la vereda El Hato, La Calera, se evidencian en las Tablas 11 y 12 que, según la Resolución 2115 de 2007, los valores potenciales de pH en ambas fuentes hídricas están dentro del rango aceptable, adicionalmente, con respecto a los coliformes totales y turbiedad, estos parámetros se encuentran elevados ya que en el caso del río Teusacá, se considera que aguas arriba se cuenta con el casco urbano, lo que representa vertimiento en la zona, lo cual se ve reflejado en dichos parámetros, afectando la calidad del agua, en cuanto al lago, se estima que estos resultados se deben a la estructura de este, puesto que tiempo atrás allí se llevaron cabo actividades de extracción de arena, lo que contribuye con la formación de lodo en su profundidad, esto no permite que se den resultados óptimos para el consumo humano, como se evidencia en los parámetros DBO_5 , DQO, grasas y aceites y sólidos suspendidos totales, puesto que estos no deben tener ningún valor numérico al momento de tratarse de calidad de agua para consumo humano, por tal razón es de gran importancia analizar dichos resultados teniendo en cuenta la resolución 631 de 2015, la cual abarca valores máximos permisibles para vertimientos en aguas superficiales, lo que permitió evaluar los datos de los parámetros mencionados y resaltar que estos se encuentran muy por debajo del valor establecido.

Como la oferta es mayor a la demanda se puede concluir que las fuentes de abastecimiento disponibles para la vereda El Hato, prácticamente son permanentes porque si el lago desaparece, se puede contar con el río Teusacá, por ende, se infiere que la problemática principal de no hacer uso eficiente y ahorro del agua radica netamente en hábitos de consumo de la zona de estudio.

7.1.2 Análisis de resultados del objetivo específico 2: Definir las orientaciones para el programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Como se ha expresado a lo largo del documento, la comunidad cuenta con falencias de adquisición de agua en épocas de sequía, esto se evidencia al momento de que las personas se disponen a realizar la recolección de esta de manera manual desde el río Teusacá y /o del lago. Para efectos de que la comunidad cuente con agua continuamente durante todo el tiempo, se plantearon alternativas y buenas prácticas para el ahorro, uso eficiente, reducción de la demanda y reúso viables para la zona, dicha viabilidad depende de la cantidad de asignación de recursos que se le debe dar a cada una de ellas, eso se vió reflejado en la Tabla 7. en la cual se muestra, adicionalmente, en la figura 10 se observa que 46 % del total de las alternativas y buenas prácticas son de bajo costo y alta viabilidad, puesto que las actividades a llevar a cabo no necesita una cantidad considerable de dinero, por un lado, los elementos que se necesitan son envases de plástico que oscilan entre \$2.000 a \$5.000, por el otro, realizar revisiones y mantenimientos continuos a la red de distribución doméstica, evitando la siembra de especies arbóreas que requieran hidratación continua, no arrojar grasas, aceites, elementos contundentes y productos o derivados químicos degraden la tubería u obstruyan el paso del agua.

Con respecto a la viabilidad media se encuentran con un 38 %, en donde los recursos económicos se ven ligeramente afectados a la hora de implementar una alternativa y buena práctica, puesto los elementos sugeridos son: grifería ahorradora para duchas, lavaplatos o para la casa que en general tiene un costo de aproximadamente \$300.000, aireadores o perlizadores con un valor aproximado de \$10.000, sistemas de riego por aspersión valorados en \$22.000 y especies vegetales depuradoras de agua grises.

Evaluando la viabilidad baja, su porcentaje es de 16%, ya que son prácticas que comprometen el presupuesto de manera considerable pero se obtienen resultados muy favorables en comparación a los otros tipos de viabilidad, tales soluciones pueden ser: Váter con lavado que tiene un rango de costo de entre \$2.000.000 hasta \$4.000.000 y la bolsa esférica que tiene un costo cercano a \$60.000, sin embargo, este tipo de alternativas y buenas prácticas son de baja viabilidad ya que muy pocas personas de la vereda estarían dispuestas a adquirirlas.

Finalmente, con respecto a la manera que se transporta el agua a la zona de estudio, se evidenció que existen diversos aspectos que determinan el mal uso del recurso hídrico, primero, una gran cantidad de habitantes de la vereda El Hato no tienen hábitos que permitan disminuir el consumo del agua, esto se observó primordialmente cuando lavaban su ropa, el agua residual se vierte directamente a tanques sépticos, segundo, hablando del mantenimiento de las redes de distribución, es escaso o nulo, ya que desde la edificación de las viviendas, en muy pocas ocasiones se revisa la tubería o mangueras de conducción de agua, tercero, se identificaron varios focos de desperdicio a lo largo del sistema de abastecimiento del agua, creados por la interconexión de las mangueras mediante elásticos o cintas, adicionalmente, cuando en el lago el volumen de agua almacenado disminuye, se procede a suplir su requerimiento hídrico mediante el transporte manual mediante canecas, generando derrames de agua a lo largo del trayecto desde el río Teusacá hasta la vereda El Hato, que en ocasiones producen accidentes, cuarto, con respecto al aprovechamiento del agua, son muy pocos los hogares que hacen el proceso de recirculación del recurso hídrico, quinto, la comunidad de la zona de estudio en su gran mayoría no usa sistemas de ahorro y uso eficiente del agua, ni tampoco conoce la amplia gama de dichos sistemas, por consiguiente, no toma las acciones pertinentes para disminuir el consumo de líquido, sexto, en la actualidad la vereda El Hato no ha sido tenida en cuenta por el gobierno para la implementación de programas de uso eficiente y ahorro del agua, generando ahí una brecha y desconocimiento por parte de la población en aspectos de sensibilización y educación ambiental.

7.1.3 Análisis de resultados del objetivo específico 3: Formular un plan de acción para el uso eficiente y ahorro del agua.

El plan de acción determinó el cumplimiento secuencial de cada uno de los objetivos planteados, primero se recopiló la información de la vereda El Hato y del municipio, para ello, se utilizaron publicaciones de las entidades de los sectores públicos y privados, sin embargo, se evidenció la carencia de información relevante a la zona de estudio para ello se realizó una visita de campo diligenciando la lista de chequeo obteniendo información de la vereda y los afluentes que proveen de agua al Hato, prosiguiendo con la investigación, se identificó el sistema de abastecimiento que emplea la vereda, ya que presenta muchos problemas a la hora de transportar el recurso hídrico a la población, causando problemas de desperdicio, si bien, la calidad del agua que llega a los hogares de las personas de la zona de estudio no es buena, es la única forma que tienen para tener acceso a este líquido vital y poder hacer uso del mismo, ya demostradas las falencias, se procedió a consultar y proponer diversas alternativas para el mejor uso y aprovechamiento del agua, teniendo en cuenta la viabilidad costo-beneficio, con ello, se propuso un plan de acción, que incluye las medias de contingencia y prevención, creando así el denominado programa de uso eficiente y ahorro del agua.

El programa de uso eficiente y ahorro del agua tiene como finalidad causar un impacto positivo en la población de la vereda El Hato, brindándole las herramientas para hacer un mejor uso del recurso hídrico mediante el cambio de los diversos hábitos que no se consideran correctos causando desperdicios y sobre utilización a partir de la educación ambiental, todo esto para que la demanda hídrica se vea disminuida y se obtenga un punto de equilibrio entre tal variable y la oferta de agua, de igual manera. Dicho programa incluye las alternativas y buenas prácticas de uso del recurso hídrico, teniendo en cuenta, la tecnología y las tendencias a la fecha para ahorrar agua o evitar desperdicios, de igual manera, se formulan los diversos hábitos para que cada habitante de la vereda El Hato, tome conciencia y realice diversas acciones para un mejor uso del agua, por ejemplo, la recirculación hídrica, almacenar aguas pluviales para uso en baños y otras acciones garantizan la disminución del consumo. Si bien la vereda no cuenta con un acueducto se puede dar un excelente manejo al agua desde la educación ambiental que se implementa en casa, disminuyendo la demanda hídrica y así, garantizar líquido de las fuentes de abastecimiento, por más tiempo.

8. Aspectos Éticos

Según la “Guía para la presentación de investigaciones y trabajos de grado” de la Universidad El Bosque y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de la Salud en el artículo 11, se identificó que este trabajo de grado es una investigación con riesgos mínimos debido a que se obtiene información en aspectos hidrológicos, demográficos, paisajísticos, entre otros, pero no se realizan cambios ni a la zona de estudio, ni a la comunidad, garantizando el respeto de los derechos humanos de los individuos que conforman la vereda (Ministerio de Salud, 1993), (Gutiérrez & Mora, 2004).

La información recopilada en El Hato, La Calera, se obtuvo con una lista de chequeo, en donde se observaron fuentes de abastecimiento cercanas, demografía, contaminación hídrica, variedades de especies vegetales, estilo de vida, redes de distribución de agua, sistemas de recolección de precipitaciones, etcétera, atendiendo con las indicaciones dadas por la División de Investigaciones de la Universidad El Bosque, de igual manera, se le da el debido reconocimiento a los autores de las obras de investigación, prevaleciendo sus derechos (Gutiérrez & Mora, 2004).

Asimismo, lo expuesto en este documento tiene fines netamente investigativos, atendiendo los principios y lineamientos expuestos por el Comité de trabajo de grado de la Universidad con la finalidad de dejar un escrito acerca de la investigación de la zona de estudio anteriormente mencionada cumpliendo con el requisito para obtener el título profesional (Gutiérrez & Mora, 2004).

9. Conclusiones

- Los componentes ambientales que se pueden llegar a evaluar dentro de un territorio son de gran importancia, puesto que estos permiten identificar falencias y beneficios de manera explícita, que un tiempo llegan a ser útiles para el planteamiento de una solución según la problemática identificada; por consiguiente, es de gran importancia resaltar dentro de estos componentes ambientales, el hidrológico, debido a que permitió conocer las fuentes hídricas de las cuales se abastece la población de la zona de estudio, logrando determinar así el estado de calidad de agua correspondiente al río Teusacá y al lago, la cual no es apta para el consumo humano, puesto que cuenta con parámetros químicos como DBO_5 , DQO, grasas y aceites y sólidos suspendidos que no debería tener el agua, por dicha razón la comunidad de la vereda El Hato debe considerar alternativas para mejorar la calidad del agua y así realizar sus actividades domésticas.
- El recurso hídrico es el pilar del proyecto, por ende, la oferta de este es relevante, para este caso en particular dicha oferta es más que suficiente para el abastecimiento según el balance hídrico de oferta vs demanda. Con base en esto, se deduce que la comunidad no realiza un uso adecuado y provechoso del agua, lo cual se ve reflejado en las actividades de captación, conducción distribución, almacenamiento, consumo y disposición final, por tal razón se expuso una serie de actividades que se pueden realizar dentro del hogar sin generar gasto alguno, puesto que la gran mayoría de ellas son acerca de concientización para el ahorro, uso eficiente y reducción de la demanda de agua.
- La falta de compromiso del gobierno con la vereda El Hato hace que sus habitantes no hagan aprovechamiento de agua óptima para la ingesta, obligándolos a buscar alternativas, de no ser así, la comunidad tendría que migrar a otros sitios.
- Para implementar el plan de acción se planteó una estrategia de educación ambiental que consta en formular campañas de sensibilización aplicadas en varias visitas a la zona de estudio, compartiendo los resultados del diagnóstico de las condiciones actuales de esta la vereda El Hato frente al recurso hídrico y sus hábitos de consumo, para luego, brindar la información de las diversas alternativas y buenas prácticas de uso eficiente y ahorro de agua y su tipo de viabilidad, después, realizar un monitoreo y seguimiento frente al cambio de las costumbres buscando la conservación y protección del agua, finalmente socializar los logros y darle un calificativo al PUEAA.

10. Recomendaciones

- Llevar a cabo una lista de chequeo que comprenda todos los componentes ambientales junto con sus respectivos aspectos para hacer de dicho instrumento, una actividad de recolección de información enriquecedora acerca del territorio, logrando la identificación de los problemas ambientales con los que se cuenta y que no se pueden evidenciar a simple vista.
- Realizar análisis de calidad de agua de las fuentes hídricas que abastecen la vereda de una manera más profunda, es decir que abarque todos los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se deben evaluar, para poder realizar una comparación del estado actual frente con el ideal.
- Dar a conocer el documento realizado a las entidades territoriales y ambientales con el fin de exponer el estado de la zona de estudio, para que se realicen intervenciones que contribuyan con el desarrollo de la misma.
- Desarrollar actividades de integración entre la comunidad y las entidades públicas para poder exponer las inconformidades con las que cuenta, para que se llegue a un acuerdo velando por un cambio satisfactorio.
- Poner en marcha el programa de ahorro y uso eficiente del agua en diferentes zonas que se considera necesario, con la finalidad de contribuir con la calidad de vida de la comunidad.

11. Referencias bibliográficas

- Abril, J. (2013). *Documentales*. Obtenido de Radionacional.co: <https://www.radionacional.co/documentales/r-o-teusac-una-fuente-de-agua-en-peligro>
- Agencia Nacional de Tierras. (2018). *Programa de ahorro y uso eficiente del agua*. Bogotá, D.C.: Minagricultura. Recuperado el 11 de Marzo de 2020, de <http://www.agenciadetierras.gov.co/wp-content/uploads/2018/11/ADMBS-Plan-005-PROGRAMA-DE-AHORRO-Y-USO-EFICIENTE-DEL-AGUA.pdf>
- Aguas del Huila. (2016). *Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua- Municipio Santa María*. Neiva: Aguas del Huila. Recuperado el 20 de Febrero de <https://www.aguasdelhuila.gov.co/index.php/descargas/normatividad?download=136:plan-de-uso-eficiente-y-ahorro-del-agua-2016-2020-santa-maria>
- Alcaldía de La Calera. (2016). *Default*. Obtenido de Sitio web de la Alcaldía Municipal de La calera: <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Alcaldía municipal de la Calera. (2020). *Ecología*. Obtenido de [lacalera-cundinamarca.gov.co](http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co): <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>
- Alcaldía municipal de La Calera. (2020). *Objetivos y Funciones*. . Obtenido de [lacalera-cundinamarca.gov.co](http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co): <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/NuestraAlcaldia/Paginas/Objetivos-y-Funciones.aspx>
- Alcaldía municipal de la Calera. (2020). *Secretaría de Planeación*. Obtenido de [lacalera-cundinamarca.gov.co](http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co): <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/NuestraAlcaldia/Dependencias/Paginas/Secretaria-de-Planeacion.aspx>
- Álvarez, R. F. (2013). Metodología para la caracterización y diferenciación de las unidades de paisaje de un espacio de montaña: las sierras de Béjar y Candelario. , (62), 101-127. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(62), 101 - 127. Obtenido de <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1571/1491>
- Arreguín Cortés, F. (1991). Uso eficiente del agua. *Ingeniería Hidráulica En México*, 2, 9 - 22. doi:r <http://hdl.handle.net/123456789/1274>
- Avellaneda, S., & Moreno , B. (2016). *Evaluación técnica y uso sostenible de las PTAP`s, para el municipio de La Calera.*. Bogotá, D.C.: Universidad Católica De Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13911/4/EVALUACION%20TECNICA%20Y%20USO%20SOSTENIBLE%20DE%20LAS%20PTAP%60S%20PARA%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20LA%20CALERA.pdf>
- Becerra, N. (2014). *Captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y contaminación para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El salado y La aguada del municipio de Lebrija, Santander, Colombia*. Universidad de Manizales. Manizales: Universidad de Manizales. Recuperado el 6 de Agosto de 2019, de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1714/Gualdron_Becerra_Nelsy_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bustamante, M., Cárdenas, K., & Corredor , J. (2011). *Formulación del programa de ahorro y uso eficiente de agua para la empresa de servicios públicos del municipio Gachetá-Cundinamarca*. Bogotá, D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de http://www.umng.edu.co/documents/10162/1299317/ART_21.pdf

- Castán, Y. (2014). *Introducción al método científico y sus etapas*. Zaragoza: Instituto Aragonés Ciencias de la Salud. Obtenido de <http://ics-aragon.com/cursos/salud-publica/2014/pdf/M2T00.pdf>
- Castro, J., & Tovar, E. (2016). *Apoyo a la formulación e implementación de los Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, en los acueductos veredales de la zona rural de Bogotá D.C y el Municipio de la Calera*. Bogotá, D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3772/1/CastroTiqueJairoAndres2015.pdf>
- Chaparro, L., & Chavez, A. (2015). *Zonificación ambiental para la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca de la quebrada Quisquizá en el municipio de La Calera*. Bogotá, D.C.: Universidad Distrital Francisco José Caldas. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4586/1/ChaparroPenagosLuisGerardo2015.pdf>
- Chingaté, N., Díaz, A., Muñoz, D., Olaya, W., Perilla, C., Sánchez O, F., & Sánchez, K. (Enero - Junio de 2009). Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia. *Estud. Socio-Jurídico*, 11(1), 84 - 116. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/esju/v11n1/v11n1a5.pdf>
- Concejo Municipal La Calera. (1999). *Acuerdo municipal 043 DE 1999*. La Calera: Concejo Municipal. Obtenido de <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/P.O.T.%20043.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (1979). *Ley 9 de 1979*. Bogotá, D.C.: Diario Oficial. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- Consortio Planeación Ecológico-Ecoforest. (2006). *Elaboración del Diagnostico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca del río Teusacá*. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac25d4c03bce.pdf>. Diagnóstico de una cuenca, Bogotá, D.C. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac25d4c03bce.pdf>
- Corporación Autónoma Regional. (2018). *Objetivos y funciones*. Obtenido de [car.gov.co: https://www.car.gov.co/vercontenido/5](https://www.car.gov.co/vercontenido/5)
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; Universidad Nacional. (2015). *Guía de planeación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua –PUEAA–*. Bogotá, D.C.: CRA Cundinamarca - UNAL. Obtenido de http://web2.car.gov.co/pueaa/cartillas_PUEAA/cartilla_acueductos_municipales.pdf
- Cristancho, L. (14 de Febrero de 2020). Comunicación personal. (L. Castellanos, & K. Gómez, Entrevistadores)
- Cristancho, J. (20 de Julio de 2019). Comunicación personal. (L. Castellanos, & K. Gómez, Entrevistadores)
- Cruz, J., Gómez, D., Sánchez, L., & Cuervo, J. (Julio - Diciembre de 2014). Aplicación electrónica para el ahorro del agua en una vivienda familiar. *Ingeniería y tecnología*, 10(2), 322 - 335. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3513/2903>
- Da Silva, J. K., Ferreira, L. G., Paz, A. E., & Da Silva, S. R. (24 de Julio de 2017). Assessment of water-saving equipment to support the urban management of water. *RBRH*, 22(44). Obtenido de <https://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.0217170013>

- DANE. (2018). *Proyecciones anuales de población por sexo y edad para el período 2018-2020*. Bogotá, D.C.: Dane. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/anexos-proyecciones-poblacion-desagregacion-2018-2020.xls>
- Delgado, P. (26 de Julio de 2018). Lo que falta en suministro de agua y alcantarillado en Colombia. *El Espectador*. Recuperado el 6 de Agosto de 2019, de <https://www.elespectador.com/economia/lo-que-falta-en-suministro-de-agua-y-alcantarillado-en-colombia-articulo-802501>
- Durán , J., & Torres, A. (Mayo - Agosto de 2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral. Estudios sobre estado y sociedad*, 12(36), 129 - 162. Obtenido de <http://148.202.18.157/sitios/publicacionesite/ppperiod/espinal/espinalpdf/espinal36/129-163.pdf>
- Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá. (2006). *Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá D.C.* Bogotá, D.C.: EAAB. Obtenido de <https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/empresa/DocumentotecnicoDTS.pdf>
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2016). La gestión comunitaria del agua. *Revista GCA-LR*, 116. Obtenido de <http://www.endacol.com/wp-content/uploads/2016/04/Revista-GCA-LR.pdf>
- Flórez, M. (2015). *Propuesta metodológica para modelar el ahorro de agua logrado a partir de la implementación de una tecnología que disminuya su gasto. Región del Guavio y sabana centro*. Universidad de Los Andes. Bogotá, D.C.: Universidad de Los Andes. Obtenido de http://www.laligadelagua.com/uploads/5/2/5/2/52528841/propuesta_metodologica_para_modelar_el_ahorro_de_agua_logrado_a_partir_de_la_implementacion_de_una_tecnologia_que_disminuya_su_gasto.pdf
- Garay, C. R. (2018). *Plan de Acción - La Calera. Desarrollo y crecimiento económicos*. La Calera.
- Garbin S.A. (2015). *Desvinculación de los cuencos receptores de líquidos pluviales de la ciudad de Trelew. Balance Hídrico*. Buenos Aires: Garbin S.A. Obtenido de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/12/Balance-H%C3%ADrico.pdf>
- Gil, M., Reyes, H., & Márquez, L. (Septiembre - diciembre de 2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y ciencia*, 22(63), 67 - 73. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67435407008.pdf>
- Google. (3 de Noviembre de 2019). *Busqueda de sitios*. Obtenido de Google.com/maps: <https://www.google.com/maps/dir/la+calera/vereda+el+hato/@4.6912467,-74.0056304,14z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x8e3f8e39a6d5be41:0xe1bec6f8812cb910!2m2!1d-73.968631!2d4.720521!1m5!1m1!1s0x8e3f908a6b0b6b6d:0xfd7546f7de21d401!2m2!1d-74.0083683!2d4.6>
- Guataquira, D., & Vargas, E. (2016). *Formulación Del Programa Para El Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua e implementación del proyecto de educación ambiental en los acueductos veredales Asoaguas clara solarte y Aacupasa de Bogotá*. Bogotá, D.C.: Universsidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de

- <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4611/1/GuataquiraLaraDaniellaAndrea2016.pdf>
- Gutiérrez, A. M., & Mora, E. M. (2004). *Guía para la presentación de investigaciones y trabajos de grado*. Bogotá, D. C.: División de investigaciones, Universidad El Bosque. Obtenido de file:///C:/Users/Oscar%20Hern%C3%A1n%20Cardona/Documents/Guias_GUIA_AMARILLA_MEDICINA.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta edición ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Higher Education. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Herrera, G. (2011). *Propuesta para el uso eficiente del agua potable en el Distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5673/propuesta-uso-eficiente-agua-potable.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IDEAM. (2019). Estado Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Pp. 331. Recuperado el día 20 de marzo de 2020. En línea. Disponible en: <https://cta.org.co/descargables-biblionet/agua-y-medio-ambiente/Estudio-Nacional-del-Agua-2018.pdf>
- IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua. En *Marco conceptual* (págs. 36 - 42). Bogotá, D.C.: Ideam. Recuperado el 17 de Febrero de 2020, de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP1.pdf>
- Jiménez, S., & Wainer, I. (Marzo de 2017). Realidad del agua en Chile. Escasez o falta de infraestructura? *Libertad y desarrollo*(263), 7 - 9. Obtenido de <https://lyd.org/wp-content/uploads/2017/06/SIE-263-Realidad-del-agua-en-Chile-Escasez-o-falta-de-infraestructura-Marzo2017.pdf>
- León, K. (5 de Febrero de 2020). Comunicación personal. (L. Castellanos, & K. Gómez, Entrevistadores)
- Lizcano, A. U. (2017). *diagnóstico sobre la incidencia de la actividad ladrillera en el territorio, a partir de sus impactos ambientales, en Sogamoso - Colombia*. Bogotá, D.C.: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/806/1/Trabajo%20de%20grado%20-%20Anderon%20Univio%20Lizcano.pdf>
- López, G., García, M., Gameros, L., & De la Rocha, A. (Diciembre de 2015). Uso de un sistema de ahorro de agua para conservar ecosistemas para el recurso hídrico. *Tecnología y Ciencias del Agua. Tecnología y ciencias del agua*, 6(6), 125 - 135. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000600125&lng=es&tlng=es.
- Manco Silva, D., Guerrero, J., & Ocampo, A. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. 11 (21). (U. d. Medellín, Ed.) *Revista Ingenierías*, 11(21), 23 - 38. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v11n21/v11n21a03.pdf>
- Martínez, Y., & Villalejo García, V. M. (Enero - abril de 2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58 - 72. Obtenido de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005&lng=es&tlng=es.

- Maryland Department of the Environment. (2003). *Guidance of Developing and implementing a water conservation plan*. Baltimore, Maryland: Marylan Department of environment. Obtenido de <https://mde.state.md.us/programs/Water/WQFA/Documents/www.mde.state.md.us/assets/docum>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1974). *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Bogotá, D.C.: Minambiente. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoH>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1997). *Ley 373 de 1997*. Bogotá, D.C.: Minambiente. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2007). *Decreto 1575 del 9 mayo de 2007*. . Bogotá, D.C.: Diario Oficial. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2007/dec_1575_2007.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 631 del 17 de marzo de 2015*. . Bogotá, D.C.: Diario Oficial. Recuperado el 12 de Marzo de 2020, de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Decreto 1090 del 28 de junio de 2018*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/7b-decreto%201090%20de%202018.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía para el uso eficiente y ahorro del agua: Una visión colectiva para el uso sostenible y responsable del agua*. Bogotá, D.C.: Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/GUIA_USO_EFICIENTE_DEL_AGUA.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Resolución 1257 del 10 de julio de 2018*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/RES_1257_2018_Contentido_PUEAAs.pdf
- Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Resolución 2115 del 22 de junio de 2007*. Bogotá, D.C.: Diario Oficial. Recuperado el 18 de Marzo de 2020, de https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Ministerio de Salud. (1993). *Resolución 8430 de 1993*. Bogotá, D.C.: Diario Oficial. Recuperado el 24 de Marzo de 2020, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). Consumo Sustentable de agua sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. (U. P. Salesiana, Ed.) *Ingenius. Revista de ciencia y tecnología*(20), 28 - 37. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03>
- Montoya, E. (2016). *Los acueductos y sistemas de distribución de agua comunitarios en el área rural de Bogotá y la gobernanza del agua en la ciudad*. Bogotá. Bogotá, D.C.:

- Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/57226/1/1032378121.2017.pdf>
- Montoya, L. (2011). *Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el Aeropuerto Internacional Matecaña de Pereira*. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/f1f6/bc3ee410ca4c7b4431512f16cbb822076a77.pdf>
- Ramírez, E. (2017). *Formulación de un Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, basado en un modelo de proyección de demanda hídrica en la hacienda Cabaña*. Universidad Nacional de Colombia. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://bdigital.unal.edu.co/58451/1/Msc_Edwin_Humberto_Ram%C3%ADrez_Pereira.pdf
- Red de árboles. (14 de Noviembre de 2017). *Noticias*. Obtenido de [reddearboles.org: https://www.reddearboles.org/noticias/nwarticle/203/2/cuenca-del-rio_teusaca-en-problemas](https://www.reddearboles.org/noticias/nwarticle/203/2/cuenca-del-rio_teusaca-en-problemas)
- Romero, J., Moré Jaramillo, R., & Luna Castillo, L. (1 de Febrero de 2013). Ahorro y uso responsable del agua en el sistema institucional de gestión ambiental SAURA en la Universidad El Bosque. *Revista de tecnología*, 12(1), 20 - 44. doi:<https://doi.org/10.18270/rt.v12i1.639>
- Salinas, E., & Ramón, A. (2013). Propuesta metodológica para la delimitación semiautomatizada de unidades de paisaje de nivel local. Universidad General de Mato Grosso do Sul. Brasil. (U. o. Geography Department, Ed.) *Revista do departamento de geografia*, 25, 1 - 19. doi:10.7154/RDG.2013.0025.0101
- Sánchez, F. D. (2020). Clase magistral de hidrología. *Universidad El Bosque*. Bogotá, Colombia. Recuperado el 20 de Marzo de 2020
- Universidad CES. (2018). *Programa de uso eficiente y racional del agua [Accessed 6 Mar. 2020]*. Medellín: Universidad CES. Recuperado el 6 de Marzo de 2020, de https://www.ces.edu.co/wp-content/uploads/2019/02/PUEYRA_UCES_2018.pdf

12. Anexos

Anexo 1. Fuentes hídricas. Río Teusacá – Lago.



Fuente:(Autoras, 2020).

Anexo 2. Sistemas de distribución



Fuente:(Autores, 2020).

Anexo 3. Sistema de almacenamiento



Fuente:(Autoras, 2020).

Anexo 4. Erosión de una montaña alta – Extracción de arena



Fuente:(Autoras, 2020).

Anexo 5. Paisaje



Fuente:(Autoras, 2020).

Anexo 6. Estado de la vía



Fuente:(Autoras, 2020).

13. Glosario de términos

- **Programa para el uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA):** según el Art. 2.2.3.2.1.1.3 del Decreto 1090 del 28 de junio de 2018, el programa para el uso eficiente y ahorro de agua es una herramienta que se enfoca en la optimización del uso del recurso hídrico, el cual se encuentra conformado por proyectos y acciones que tiene como función elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesiones de agua, con el fin de ayudar a la sostenibilidad del recurso.
- **Autoridades ambientales competentes:** De acuerdo con las diferentes competencias, las autoridades ambientales son: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y de desarrollo sostenible; Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), entre otras (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).
- **Extracción:** Según la Guía para el uso eficiente y ahorro del agua, 2018 la extracción es la cantidad de agua que se toma de cualquier fuente, ya sea de manera temporal o permanente durante un periodo de tiempo.
- **Demanda hídrica:** Según el Sistema de Información Hídrico (SIRH), la demanda hídrica hace referencia a las cantidades de agua previstas para la distribución de la misma a los usuarios en períodos de tiempo determinados para usos específicos y a un precio dado.
- **Uso eficiente y ahorro de agua (UEAA):** Hace referencia a cualquier acción que contribuya con el consumo mínimo de agua, reducción de desperdicio u optimización del recurso que se va a llevar a cabo en cualquier actividad, ya sea un proyecto, obra o actividad, por medio de la ejecución de prácticas tales como reúso, uso de aguas lluvias, recirculación, control de pérdidas, entre otras, que finalmente ayuden con la sostenibilidad de dicho recurso (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).
- **Pérdidas de agua:** Variación entre el volumen que se requiere para un uso o actividad específica y el volumen de agua recogida, teniendo en cuenta un balance hídrico. Estas pérdidas pueden llegar a ser consecuencia de daños tales como fugas o filtraciones que se generan en procesos como tratamiento, redes de captación, entre otros (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).