



Acreditada
en Alta Calidad
Res. n°. 29499 del Mineducación.
29/12/17 vigencia 28/12/21

UNIVERSIDAD EAN

PROYECTO DE GRADO

BOGOTÁ D.C., MAYO 29 DE 2022

FACULTAD DE ESTUDIOS EN AMBIENTES VIRTUALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ALTERNATIVA PARA LA ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS A BAJO COSTO, PARA LOS PEQUEÑOS
AGRICULTORES DE EL MUNICIPIO DE SOPÓ EN CUNDINAMARCA.**

AUTORES

SANDRA PATRICIA ACERO CAMARGO

HUGO GERARDO ROMERO VERGARA

NELSON MANUEL VEGA CHIVATA

TUTOR

ING HAMILTON DAVID CARRILLO MERIÑO

BOGOTÁ, D.C., MAYO 29 DE 2022

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	10
JUSTIFICACIÓN	12
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	13
Identificación de actores y necesidades de estos	13
definición de alcance	13
Necesidad	13
Alcance	13
Características	13
REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO	14
MARCO DE REFERENCIA	15
Marco Histórico	15
Antecedentes	15
Reseña Histórica de los sistemas de recolección de aguas lluvias	15
Situación Actual de los sistemas de recolección de aguas lluvias	17
Marco Legal	20
Marco Teórico	22
Geografía del Municipio de Sopó	22
Plan Básico de Ordenamiento del Municipio de Sopo	24
Diagnóstico veredal	26
Factores Externos	28
El cambio climático	29
El impacto de la covid-19 en el sector del agua	29
La contaminación del agua	29
La Agricultura	30
Los Acuerdos de Paz	31

El Orden público Nacional	32
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	33
AMBIENTALES	33
NORMAS TÉCNICAS	33
ECONÓMICAS	37
LEGALES	37
SALUD Y SEGURIDAD	39
SOCIOCULTURALES	40
METODOLOGÍA	41
ANÁLISIS DE COSTOS	46
FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD DEL PROYECTO	46
Producto	46
Mercado	46
Población Objetivo	46
Contexto Geopolítico del municipio	46
Características de la población objetivo	47
Agua Potable y saneamiento básico	47
Actividades económicas del municipio.	48
Medio Ambiente	48
Atención a grupos vulnerables.....	49
Nivel de Ingresos	49
Emprendimiento y Fortalecimiento Empresarial – Cires	49
Necesidad del producto.....	50
Desarrollo	51
Recursos y Finanzas	51
Costo administrativo	52
Costos para el pequeño agricultor.....	53
Análisis de la competencia para la implementación de la alternativa	54
CONCLUSIONES	56

aspectos novedosos desarrollados en el proyecto de grado.....	56
grado cumplimiento de los objetivos	56
metodología de los análisis realizados	56
limitaciones del proyecto	57
proyecciones y posibilidades futuras relacionadas con el tema desarrollado	57
REFERENCIAS	58

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. AVATAR ENERGÍA	45
ILUSTRACIÓN 2. WATER PUMP	45
ILUSTRACIÓN 3. POBLACIÓN POR VEREDA.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DIAGNÓSTICO VEREDAL	26
TABLA 2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	41
TABLA 3. POBLACIÓN OBJETIVO.....	47
TABLA 4. COBERTURA EN ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO	48
TABLA 5. CÁLCULO DE PRÉSTAMO.....	52
TABLA 6. COSTOS ADMINISTRATIVOS	53
TABLA 7. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.....	54

RESUMEN

La escasez del agua, uno de los recursos naturales más valiosos, es un asunto que causa preocupación en todo el mundo. Colombia es rica en agua, pero esa riqueza no llega a todos los colombianos, aunque es uno de los nueve territorios del mundo con mayores recursos de agua, un tercio de su población urbana está afectada por estrés hídrico. Son estos, además de la contaminación del agua, el orden público nacional, el cambio climático, los acuerdos de paz, la desigualdad social y económica, nuestra nueva realidad mundial como consecuencia de la pandemia por Covid-19; lo que no ha permitido que la población más vulnerable y sectores con menos oportunidades económicas y sociales, puedan tener acceso a este recurso hídrico, a través de mecanismos viables que puedan ser beneficiosos para ellos.

Por lo tanto, en la construcción de un futuro sostenible, es importante tomar decisiones verdes que lleven a cabo acciones amigables con el medio ambiente. Una de estas es la utilización de mecanismos de recolección de agua lluvia, que permiten ahorrar hasta un 40% del consumo de agua potable tanto en el hogar, como en las labores del campo, pero esto debe ir de la mano del apoyo de entidades gubernamentales y entidades no gubernamentales, en beneficio del más vulnerable. Estos apoyos y las estrategias que facilitan el acceso a estos mecanismos de recolección de aguas lluvia por parte de los pequeños agricultores; llevados de la mano de la innovación a través de empresas y compañías que presenten ideas creativas accionadas, puede ser la piedra angular de una nueva revolución en el mundo industrial y empresarial.

El grupo de trabajo colaborativo, entendiendo la complejidad social y económica del país, así como los conceptos que diferencian la creatividad y la innovación, presentan una propuesta enfocada a ofrecer una alternativa diferencial dentro del concepto de ingeniería, que espera, facilite a bajo costo, la adquisición de sistemas de recolección de aguas lluvias para consumo humano, tareas de hogar, agricultura y ganadería entre otros, a los pequeños agricultores del municipio de Sopó, en Cundinamarca; con un trabajo mancomunado con empresas que como responsabilidad social, aporten a bajo o cero costo, en un alto porcentaje, los materiales e instalación de dicho sistema, dejando al agricultor en un porcentaje mínimo el restante del gasto necesario.

Palabras claves: Proyectos sostenibles, oportunidad, innovación y emprendimiento.

INTRODUCCIÓN

“Los sistemas de recolección de aguas lluvia no tienen grandes variaciones entre sí; la mayoría consta básicamente de tres componentes: captación, conducción y almacenamiento” (Abdula y Al-Shareef, 2006).

Sin embargo, Circunstancias ajenas a las poblaciones más vulnerables dentro del contexto social y económico, como el desaprovechamiento de programas gubernamentales, la falta de complementación en las normas y disposiciones legales, no permiten que sectores y algunas poblaciones vulnerables, tengan acceso a sistemas de recolección y tratamiento de agua lluvia, ahondado a ello, está la falta de asesoramiento y educación para el aprovechamiento del recurso natural más importante para el planeta.

Igualmente, es importante resaltar que el Gobierno Nacional, desde el plan ambiental regional y municipal, ha incorporado por obligatoriedad programas para el uso eficiente y ahorro de agua; de hecho, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) viene promoviendo en conjunto con el Sena, capacitaciones de recolección de agua.

Ahora bien, dentro de este contexto, se presenta una oportunidad de poder evidenciar a través de un proyecto sustentable y sostenible, una estrategia para mitigar un impacto social negativo y por supuesto, una motivación de aporte al bienestar de una población, permitiendo así estimular el crecimiento integral con alternativas dispuestas y desarrolladas; además, poder tener en cuenta el principio fundamental y característico de los ingenieros en su capacidad de ingenio, creatividad y destreza para innovar.

Teniendo en cuenta estos y algunos otros precedentes, nuestro objetivo es satisfacer a través de una alternativa a bajo costo, la entrega de materiales con capacitación de instalación, mantenimiento preventivo y correctivo, para realizar la construcción e instalación de un sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvias para el consumo humano, uso doméstico, agricultura y ganadería a los pequeños agricultores del municipio de Sopó, en Cundinamarca; que aún no han tenido acceso. Por ello, a través de este proyecto se evidenciará una solución que podría tener un impacto social y económico significativo en la sociedad, ya que las acciones se evidencian como aporte a la responsabilidad social y la sostenibilidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Ofrecer a los pequeños agricultores de Sopó, en Cundinamarca una alternativa diferencial a bajo costo, para la adquisición e instalación de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia para consumo, uso en tareas domésticas, de agricultura y ganadería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las diferentes alternativas que los sectores privados, gubernamentales y no gubernamentales ofrecen a la población con respecto a la adquisición e instalación de los sistemas de recolección, tratamiento y almacenamiento de aguas lluvia.
- Comparar los costos de los diferentes sistemas de recolección de aguas lluvia que se encuentran ofertados en el sector.
- Presentar una alternativa diferencial y asequible para los pequeños agricultores.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Según el Banco Mundial, Mongabay, e Infobay, El cambio climático, la contaminación del agua, la demanda de agua en el país la cual se ha ido incrementando años tras año, sobre todo en el sector agrícola, los problemas de orden público que afectan los procedimientos de potabilización por la falta de suministro de los insumos químicos necesarios para el tratamiento del agua potable, los “errores presupuestales” como lo mencionan los expertos en la asignación de recursos provenientes del Sistema General de Participaciones – SGP como incumplimiento a los Acuerdos de Paz en el tema de vivienda y agua, son problemáticas que no permiten el acceso igualitario al uso y consumo del agua potable para consumo.

Históricamente el municipio de Sopo, ha dependido de las actividades agropecuarias. No obstante, hace algunos años comenzó la aparición de procesos de industrialización, manifestados principalmente en el sector nor occidental, límites con Tocancipá, junto con una urbanización campestre que ha afectado el valle y los cerros. Esto, junto con el uso agroindustrial tal como el cultivo de flores bajo invernadero, la porcicultura y la avicultura, se han venido caracterizando por un desarrollo no muy ordenado y sin una inversión suficiente ambiental y social, por lo que a la par han hecho su aparición de graves problemas de contaminación de aguas y aire, la degradación en el suelo y el deterioro del paisaje, lo que a su vez han dado origen a conflictos socio económicos por el uso de la tierra. Estos procesos están teniendo un aumento creciente y amenazan con volverse díscolos. (ARsGIS, 2020).

Una de las causas por las cuales la agricultura y la ganadería han dejado de ser atractivas en la región es la dificultad para lograr un uso más productivo, debido a la falta de agua de riego y a las sequías periódicas.

Por otro lado, dentro de los informes de Rendición de cuentas y planes de desarrollo de los últimos años en el municipio de Sopó, publicados en su páginas web, demuestran su gestión, asignación y ejecución de recursos para la sostenibilidad en programas de capacitación, mejoras en redes sanitarias, sistemas de bombeo, mantenimiento, mejoramiento y expansión de redes, apoyo para la ampliación de acueductos veredales; pero muy poco se informa acerca de donaciones o apoyos realizados por parte del Gobierno Nacional o entidades no gubernamentales para la adecuación de un sistema de recolección de aguas lluvias dentro de las viviendas

familiares rurales, lo que coloca el tema de aprovechamiento de aguas lluvias para uso y consumo en hogares, agricultura y ganadería en un bajo nivel.

Desde el año 2015, más de 13 mil familias del sector rural de 93 municipios del área de jurisdicción de la CAR Cundinamarca, se han beneficiado de la estrategia de la Corporación *Lluvia para la vida*, el objetivo de esta estrategia es el de incentivar el aprovechamiento y recolección del agua lluvia, para que sea utilizada en labores de riego, cuidado de animales y actividades domésticas, pero una de las mayores preocupaciones de la corporación es, que no puede garantizar la sostenibilidad de este programa, por cuanto se requiere del posicionamiento directo en municipios y empresas de servicios públicos; para así poder establecer alianzas con el sector privado con el fin de ampliar la cobertura en municipios con déficit de agua potable y en especial, aquellos que no pueden hacer dicha inversión. (Corporación Autónoma Regional - CAR de Cundinamarca, 2019).

Dentro del diagnóstico presentado por la alcaldía de Sopó dentro de su plan de desarrollo 2020 - 2023, evidencian la deficiente prestación del servicio de la empresa de servicios públicos del municipio de Sopó Emersopó E.S.P., manifestando que es por la falta de una gerencia efectiva y de la mala administración de los recursos obtenidos para satisfacer la necesidad de consumo de todos los sopoños. lo que deriva a un malestar por parte de los consumidores por fallas en el servicio prestado, baja cobertura, altos costos presentados en la facturación, sumado a esto se encuentra la antigüedad en las redes de acueducto y alcantarillado, que presentan continuos cortes en el servicio, puesto que deben realizar continuamente mejoras frecuentemente en las redes (ampliación, cambios de tubería, limpieza, etc.), y la llegada de nuevas construcciones conectadas a estas. (ALCALDÍA DE SOPÓ, 2020).

Por ello, es importante que a través de este proyecto integrador se pueda identificar ***¿Cómo una alternativa a bajo costo, puede ayudar a pequeños agricultores del municipio de Sopó, a mitigar el desabastecimiento de agua, a través de un sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvias para uso doméstico, de agricultura y ganadería?***

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto integrador se presentará, con el fin de evidenciar que, aunque existen diferentes medios y formas de obtener un sistema de recolección de aguas lluvias, en algunas ocasiones es difícil para los pequeños agricultores beneficiarse de los programas que ofrece el Gobierno Nacional o, por el contrario, son muy altos los costos económicos para tener acceso de manera particular. Por ello, este proyecto permitirá dar a conocer una alternativa para que el pequeño agricultor pueda adquirir un sistema de recolección de aguas lluvias a un bajo costo, con la posibilidad de brindar asesoramiento técnico y capacitación en el mantenimiento correctivo y preventivo del sistema, resolviendo así el acceso al consumo de agua potable para diferentes actividades dentro de su entorno y mejorar sus ingresos como la actividad económica del municipio.

Este proyecto se realizará con base en la información suministrada tanto por los informes oficiales del Gobierno Nacional, como los datos recolectados de costos que presentan los diferentes sistemas de recolección reconocidos; igualmente se tendrá en cuenta la información de entidades de carácter privado que pueden aportar desde su misión a una responsabilidad social y sostenible, que contribuya a disminuir costos y generar un mejor impacto saludable en el medio ambiente. Desde este análisis se presentará la propuesta de alternativa con sus diferentes alcances y beneficios a la población en contexto.

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

IDENTIFICACIÓN DE ACTORES Y NECESIDADES DE ESTOS

Proveedor a costo cero del 80% de los materiales y/o suministros: Corporación ProDesarrollo del Norte de la Sabana – Prodensa y sus aliados estratégicos dispuestos del orden gubernamental y no gubernamental.

Cliente: Pequeños agricultores que deseen adquirir el sistema quienes adquirirán hasta un 20% de los materiales y/o suministros restantes.

Consumidor: Pequeños agricultores, que adquieran los sistemas de recolección, junto con sus familias, cultivos y animales.

DEFINICIÓN DE ALCANCE

Necesidad

Facilitar el acceso a sistemas de recolección de aguas lluvias, de manera eficiente y eficaz al pequeño agricultor del municipio de Sopo, quien no lo ha podido adquirir, por sus altos costos o por no tener acceso a los auxilios o ayudas del Gobierno.

Alcance

A través de la intermediación entre las empresas que se encuentran dentro de la zona, lograr un 80% de donativo o a un costo muy bajo los materiales y la instalación del sistema; dejando así, un 20% del costo al pequeño agricultor.

Características

Este proyecto tiene como característica principal, ofrecer una alternativa diferencial con respecto a las que se encuentran en el mercado, por cuanto a través de donativos y/o adquisición a bajo costo que ofrezcan empresas de la zona y sus aliados, se lograría la consecución de la mayoría de materiales e instalación de los sistemas de recolección de aguas lluvia, permitiendo al pequeño agricultor aportar de sus recursos un valor mínimo al desarrollo del proyecto.

Por otra, parte estos sistemas serán instalados y puestos en funcionamiento con la supervisión de la intermediación del grupo.

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

- Identificar las características hidrológicas y de terreno de la zona a intervenir.
- Garantizar la implementación del proyecto a través de un análisis de calidad física, calidad química y microbiología del agua lluvia, con una evaluación adicional de presencia de turbiedad, PH, conductividad, color, Alcalinidad, sólidos en suspensión, densidad, Aluminio y Sulfatos.
- Constituir la empresa para dar viabilidad al proyecto.
- Obtener los permisos necesarios de los diferentes sectores para la ejecución de los proyectos.
- Celebrar el convenio con las empresas que se involucraran para la consecución de materiales e instalación de los sistemas.
- Contar con la mayoría de material aprovechable donados, entre los que se encontrarían: Tanques de almacenamiento, Canaletas, Bajantes, Codos, Bombas sumergibles, Dispensores, Bombas de riego, Tuberías varias, Filtros, Diversos materiales y Accesorios.
- Conocer los potenciales y posibles clientes a satisfacer.
- Definir cronológicamente el acompañamiento y supervisión desde la celebración de contrato, adquisición de materiales e instalación, hasta el recibido a satisfacción del sistema de recolección de aguas lluvia en sitio.
- Costear en todos los aspectos financieros, mano de obra, etc., el sistema para venta.
- Construir un prototipo para presentar a los clientes.

MARCO DE REFERENCIA

MARCO HISTÓRICO

El agua es un recurso necesario para llevar a cabo diversas actividades cotidianas, sin embargo, en algunas regiones hay escasez, por lo que se requiere tomar medidas para solucionar el abastecimiento adecuado y de manera continua para las labores diarias. Una alternativa es utilizar un *sistema de captación de agua de lluvia*. La función de un sistema de captación de agua de lluvia es, recolectar el agua que se precipita de forma natural mediante un proceso de filtración, donde se retienen las impurezas que pueda contener el agua, posteriormente transportarla a un espacio de almacenamiento para distribuirla en un inmueble y utilizarla para diferentes actividades en el hogar. (ROTOPLAS, 2018)

Los sistemas de recolección de agua lluvia no son muy complejos, constan de 3 partes: Captación, Conducción y Almacenamiento. Dependiendo de su uso posterior, se diseñan los demás componentes adicionales como lo son: el sistema desinfección y distribución, en donde se toman en cuenta las especificaciones técnicas para la forma de captación de acuerdo al área, la geometría o el material escogido.

Los sistemas de recolección de aguas, se fundamentan en adaptar el tejado o cubierta con el fin de captar el agua de las precipitaciones para que posteriormente pasen por unos canales que los guiarán por un proceso de filtración y purificación, para que sean almacenados en reservorios o tanques. (AGRO NEGOCIOS, 2021).

Antecedentes

Reseña Histórica de los sistemas de recolección de aguas lluvias

En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 4.000 años o más, estos sistemas consistían en el desmonte de lomeríos para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas. En las zonas altas de Yemen donde las lluvias son escasas, se encuentran edificaciones (templos y sitios de oración) que fueron construidas antes del año 1.000 a.C., que cuentan con patios y terrazas utilizadas para captar y almacenar agua lluvia. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

Durante la República Romana (siglos III y IV a.C.) la ciudad de Roma en su mayoría estaba ocupada por viviendas unifamiliares denominadas “la Domus” que contaba con un espacio principal a cielo abierto (“atrio”) y en él se instalaba un estanque central para recoger el agua lluvia llamado “impluvium”, el agua lluvia entraba por un orificio en el techo llamado “compluvium”. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

En Loess Plateau en la provincia de Gansu en China existían pozos y jarras para la captación de agua lluvia desde hace más de 2.000 años. En Irán se encuentran los “abarbans”, los cuales son los sistemas tradicionales locales para la captación y almacenamiento de aguas lluvias. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

En Centroamérica se conoce el caso del Imperio Maya donde sus reyes sostenían a sus pueblos de modos prácticos, ocupándose de la construcción de obras públicas. Al sur de la ciudad Oxkutzcab (estado de Yucatán) en el pie de la montaña Puuc, en el siglo X a.C. el abastecimiento de agua para la población y el riego de los cultivos se hacía a través una tecnología para el aprovechamiento de agua lluvia, el agua era recogida en un área de 100 a 200 m² y almacenada en cisternas llamadas “Chultuns”, estas cisternas tenían un diámetro aproximado de 5 m, y eran excavadas en el subsuelo e impermeabilizadas con yeso. En Cerros, una ciudad y centro ceremonial que se encuentra en el actual Belice, los habitantes cavaron canales y diques de drenaje para administrar el agua de lluvia y mediante un sistema de depósitos, estos permitían que la gente permaneciera en la zona durante la estación seca cuando escaseaba el agua potable (año 200 d.C.). En otras zonas de las tierras bajas, como en Edzná, en Campeche, los pobladores precolombinos de esta ciudad construyeron un canal de casi 50 m de ancho y de 1 m de profundidad para aprovechar el agua de lluvia, este canal proporcionaba agua para beber y regar los cultivos. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006).

Siglos después el uso de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias decreció debido a la imposición de métodos y obras para la utilización del agua superficial y subterránea (presas, acueductos, pozos de extracción y sistemas de irrigación). En la península de Yucatán se dejó de lado el aprovechamiento de agua lluvia debido a la invasión española en el siglo XIV, los españoles colonizaron los territorios introduciendo otros sistemas de agricultura, animales domésticos, plantas y métodos de construcción europeos. Una situación similar sucedió en India con la colonización inglesa, que obligo a los nativos a abandonar las metodologías tradicionales.

En el siglo XIX y XX las ciudades de la mayoría de los países experimentan un gran crecimiento, realizando el suministro de agua a la población por medio de la acumulación de agua superficial para luego ser distribuida por una red centralizada de acueducto. En otras ocasiones se acudió a la explotación del agua subterránea. En cualquiera de los casos se elimina la posibilidad de sistemas de aprovechamiento de agua lluvia u otros sistemas alternativos.

Situación Actual de los sistemas de recolección de aguas lluvias

África: Debido a la alta concentración de pobreza que imposibilita la obtención de la cantidad de recursos y la tecnología necesaria para construcción y operación de un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado, además la escasez de fuentes apropiadas en cuanto a calidad y seguridad del suministro, ha hecho de este un problema aún mayor. Uno de los proyectos adelantados es el de “Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia de Muy Bajo Costo” el cual se desarrolló con el concurso de varias organizaciones africanas y el apoyo de Development Technology Unit (Inglaterra). Las prácticas convencionales en muchos países de África de aprovechamiento de agua lluvia son de carácter informal lo que permite tener costos reducidos; obteniendo también una muy baja calidad del agua y una eficiencia del sistema muy baja. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006).

Asia: La India es el segundo país con mayor población después de China. Por ello el gran problema que enfrenta el gobierno es suministrar los servicios básicos a 1.000 millones de personas. La solución que se ha tomado para enfrentar estos problemas son las técnicas de aprovechamiento de agua lluvia. En la India, el monzón es un diluvio breve, allí se dan aproximadamente 100 horas de lluvia por año. En estas 100 horas debe captar y almacenar el agua para las otras 8,660 horas que constituyen un año. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

En Bangladesh, la recolección de agua lluvia se ve como una alternativa viable para el suministro de agua segura en áreas afectadas por contaminación con arsénico. Desde 1977, cerca de 1.000 sistemas de aprovechamiento de agua lluvia fueron instalados en el país por la ONG Forum for Drinking Water Supply & Sanitation. Existen varios tipos de tanques utilizados para el almacenamiento de agua lluvia en Bangladesh: tanques de concreto reforzado, tanques de mampostería, cisternas y tanques subterráneos. El agua lluvia almacenada se usa para beber y

cocinar, esta es aceptada como segura y cada vez es más utilizada por los usuarios locales.

(Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

China ha estado enfrentando serios problemas de escasez de agua que han causado grandes pérdidas económicas y medioambientales. La peor condición de escasez de agua se da en la meseta de Loess de Gansu, localizada en el noroeste del País, esta es una de las áreas más pobres de China dónde el escurrimiento y el agua superficial son muy escasos. La agricultura en esta región confía en la llegada oportuna de la lluvia; por ello la mayoría de estos pueblos han padecido de sed durante siglos. Para promover el desarrollo social, económico y mejorar la calidad de vida, es necesario mejorar las condiciones de abastecimiento de agua. La única fuente de agua potencial en esta área es la lluvia. Debido a esto desde 1988, se han probado eficientes técnicas de captación de agua lluvia y de 1995 a 1996, el gobierno local ha implementado el proyecto llamado “121” para captación de agua lluvia, apoyando económicamente a cada familia para construir un campo de recolección de agua, dos almacenamientos y un terreno adecuado para cultivar. Suministrando agua a 1.2 millones de personas (260,000 familias) y 1.18 millones de cabezas de ganado. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

En Tokio el aprovechamiento de agua lluvia es promovido para mitigar la escasez de agua, controlar las inundaciones y asegurar agua para los estados de emergencia. A nivel comunitario se están implementado instalaciones que están introduciendo a la población en la utilización del agua lluvia, éstas son llamadas “Ronjinson”, se les encuentra la vía pública del distrito de Mukojim. Está instalación recibe el agua lluvia del techo de la casa, la cual es almacenada en un pozo subterráneo, para extraer el agua se utiliza una bomba manual el agua colectada es utilizada para el riego de jardines, aseo de fachadas y pisos, combatir incendios y como agua de consumo en situaciones de emergencia. El almacenamiento de agua lluvia proveniente del escurrimiento de los techos en vasijas de arcilla es un sistema apropiado y económico para obtener agua de alta calidad en Tailandia. Las vasijas se consiguen para diferentes volúmenes, desde 1.000 hasta 3.000 litros y están equipadas con tapa, grifo y un dispositivo de drenaje. El tamaño más popular es 2.000 litros, puede suministrar agua lluvia suficiente para una casa con seis personas durante el periodo seco. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006)

Suramérica: En la década pasada en Brasil, muchas ONG y organizaciones ambientales se enfocaron en trabajar en el suministro de agua para consumo humano usando sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. En la región noroeste de Brasil de clima semiárido, en promedio anual de lluvia varía desde 200 hasta 1.000 m.m. Las comunidades nativas tradicionalmente han recogido agua lluvia en pozos excavados a mano en rocas, pero este sistema no logra satisfacer las necesidades de la población, por ello una ONG y el gobierno de Brasil iniciaron un proyecto para construir un millón de tanques para la recolección de agua lluvia en un periodo de 5 años, para beneficiar a 5 millones de personas. La mayoría de estos tanques fueron hechos con estructuras de concreto prefabricado o concreto reforzado con mallas de alambre.

Norte América: Los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia son usados en los siguientes 15 Estados y territorios de los Estados Unidos: Alaska, Hawái, Washington, Oregón, Arizona, Nuevo México, Texas, Kentucky, Ohio, Pennsylvania, Tennessee, North Carolina, Virginia, West Virginia y las Islas Vírgenes. Se estima que más de medio millón de personas en los Estados Unidos utilizan sistemas de aprovechamiento de agua lluvia abasteciéndose de agua para usos doméstico o propósitos agrícolas, comerciales o industriales. Existen más de 50 compañías especializadas en el diseño y construcción de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.

En Vancouver, Canadá se provee de un subsidio para la compra de barriles para el aprovechamiento del agua lluvia, como parte de un programa piloto para la conservación del agua. Los barriles de agua lluvia son tanques plásticos de 75 galones (284 litros) que se entregan. El barril se utiliza para recolectar agua lluvia proveniente de los techos, siendo utilizada para regar los jardines y el césped, estas actividades demandan más del 40% del agua total que llega a las viviendas durante el verano. Las proyecciones indican que cada barril podría ahorrar cerca de 1.300 galones (4.920 litros) de agua durante los meses de verano donde la demanda de agua es más alta.

Colombia: se caracteriza por tener una gran riqueza hídrica, por esta razón la mayoría de las poblaciones se abastecen de fuentes superficiales de agua (embalses, ríos, lagos y quebradas). La facilidad de acceder al recurso ha dejado de lado el desarrollo de tecnologías alternativas para el suministro de agua, entre ellas el aprovechamiento de agua lluvia. Sólo en algunos casos de comunidades con problemas de abastecimiento de agua potable se utilizan sistemas para el

aprovechamiento de agua lluvia, la mayoría de ellos son poco tecnificados lo cual ocasiona una baja calidad en el agua y baja eficiencia de los sistemas. Este es el caso de la comunidad de la Bocana en Buenaventura, algunos asentamientos de la isla de San Andrés, la vereda Casuarito del municipio de Puerto Carreño (Vichada), el Barrio el Ponzón de Cartagena, el asentamiento subnormal de Altos de Menga en la ciudad de Cali, entre muchos otros. Como casos aislados existen algunas edificaciones de tipo institucional o comercial, donde se realizaron diseños de instalaciones hidráulicas para el aprovechamiento del agua lluvia cubriendo total o parcialmente la demanda. (Ballen, Suarez, Galarza, Garcia, & Ortiz, Mosquera, 2006).

MARCO LEGAL

Ley 60 de 1993: Establece el uso de los recursos nacionales transferidos a las territoriales y la Ley 388 de 1997 de Desarrollo Territorial que ordena elaborar planes municipales de ordenamiento territorial.

Ley 99 de 1993: Por la cual se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental —SINA— y se dictan otras disposiciones.

Ley 142 de 1994: Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, así como de actividades que realicen las personas que los presten.

Ley 286 de 1996: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994.

Ley 373 de 1997: Por la cual se establece el Programa del uso eficiente y ahorro del agua.

Ley 632 de 2000: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996.

Ley 689 de 2001: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 de 1994.

Ley 715 de 2001: Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros.

Ley 788 de 2002: Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones. Artículo 104. Descuento tributario para

empresas de servicios públicos domiciliarios que presten los servicios de acueducto y alcantarillado.

Ley 1176 de 2007: Por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones.

Proyecto de Ley 48 de 2017 Senado. Presentada nuevamente en 2020 por medio de la cual se dictan normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y de captación de energía solar y se dictan otras disposiciones.

Decreto Ley 028 de 2008: Por medio del cual se define la estrategia de monitoreo, seguimiento y control integral al gasto que se realice con recursos del Sistema General de Participaciones.

Ley 1283 de 2009: por la cual se modifican y adicionan el artículo 14 de la Ley 756 de 2002, que a su vez modifica el literal a) del artículo 15 y los artículos 30 y 45 de la Ley 141 de 1994.

Acto Legislativo 04 de 2007. Por el cual se reforman los artículos 356 y 357 de la Constitución Política. Artículo 1ro. *“Los recursos del Sistema General de Participaciones de los departamentos, distritos y municipios se destinarán a la financiación de los servicios a su cargo, dándoles prioridad al servicio de salud, los servicios de educación, preescolar, primaria, secundaria y media, y servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, garantizando la prestación y la ampliación de coberturas con énfasis en la población pobre”.*

“Ningún sentido tendría pretender asegurar la vida, bien sea humana o de cualquier otra especie, sin asegurar el derecho al agua, en sus dimensiones básicas, como fundamental.”.

Sentencia T 578 /92.

“En principio, el agua constituye fuente de vida y la falta del servicio atenta directamente contra el derecho fundamental a la vida de las personas. Es un derecho constitucional fundamental y como tal debe ser objeto de protección a través de la acción de tutela” Sentencia T 413 /95.

MARCO TEÓRICO

Geografía del Municipio de Sopó

Conformado por un extenso valle plano de origen aluvio lacustre, se encuentra bordeado por dos (2) cerros alargados de topografía escarpada, con algunos sectores ondulados. Mientras el valle se encuentra en su mayor parte ocupado por pastos explotados en ganadería extensiva a semi intensiva, los cerros ofrecen un mosaico de vegetación arbórea y arbustiva, pastos y cultivos. (ARsGIS, 2020).

En el municipio de Sopó, la estructura de la cuenca está organizada por los siguientes accidentes tectónicos:

Sinclinal de Teusacá, cuyo eje coincide aproximadamente con el cauce alto del río, por encima de los 2900 msnm y se desarrolla en sentido S-N.

Anticlinales de Los Puentes y de Usaquén, los cuales se desarrollan a lo largo de la vertiente occidental de la cuenca del río Teusacá.

Anticlinal de Sopó, el cual se desarrolla en la vertiente al SE de Sopó.

Falla de cabalgamiento de Teusacá, la cual recorre aproximadamente todo el municipio de sur a norte, constituyendo el borde occidental del valle.

Entre las fallas transversales, las más importantes son La Merced y El Salitre, esta última oblicua a la falla de Santa Helena.

Existen otros accidentes menores tanto longitudinales como transversales, que contribuyen en el detalle a dar una complejidad relativa a la estructura geológica del municipio de Sopó.

Recursos Minerales: Los recursos minerales del municipio de Sopó se reducen básicamente a materiales de construcción y calizas. Eventualmente puede existir carbón, aunque no hay estudios sobre la prospección de este mineral. Dentro de los materiales de construcción Se puede hablar de arcillas, arenas, piedras, recebos y gravillas. El principal estudio disponible sobre la abundancia de estos materiales fue realizado por EPAM LTDA. en 1984- 85 para la CAR.

Control bioclimático

Los conceptos que aquí se exponen se resumen a partir de Van der Hammen & González (1963), Hooghiemstra (1995), Flórez (1988-1989) y Helmens (1988).

Vale considerar que la cuenca del Teusacá, en esta parte de la cordillera, es la primera hacia la vertiente del Bogotá-Magdalena (occidente) y se ubica a la sombra de los vientos húmedos del nor-este (sotavento), lo que la hace menos húmeda en relación con la parte oriental (afluentes del Meta). Esta condición se acentúa hacia el área perteneciente al municipio de Sopó, en la parte baja de la cuenca, menos húmedo y, más aún, con problemas de déficit hídrico.

Los modelados glaciares y peri glaciares con sus materiales detríticos y cubiertos por los suelos orgánicos, a veces con suelos enterrados, constituyen formaciones porosas que acumulan agua. Son espacios de suelos húmedos, a veces pantanosos. En estas unidades se identifican pequeñas depresiones que seguramente fueron lagunas, luego pantanos y hoy desecadas con ocupación agropecuaria.

La organización de la región que comprende el municipio de Sopó está controlada principalmente por hechos estructurales relacionados con las rocas sedimentarias plegadas y la depresión del altiplano. El cauce principal del río es de tendencia rectilínea sur-norte, dirección que también siguen las unidades definidas condicionadas por los ejes de plegamiento, mientras que los afluentes fluyen de manera perpendicular u oblicua siguiendo pendientes más pronunciadas. Debido a la estructura de plegamiento, los afloramientos rocosos con pendientes fuertes son comunes y especialmente en las divisorias principales y secundarias.

Las condiciones estructurales, la red de drenaje secundaria paralela o sub paralela y perpendicular al río Teusacá, la forma alargada de la cuenca y la disminución de la protección vegetal por diferentes actividades, propician en conjunto las condiciones para el establecimiento de un régimen torrencial. Esto se refiere a una respuesta cada vez más rápida del escurrimiento del agua en función de los aguaceros debido a una menor capacidad de retención del agua.

Clima

De los diferentes factores que integran el clima, la precipitación, la temperatura y la exposición solar son los más importantes. La precipitación en algunos sectores está mal distribuida. Los aguaceros son cortos y de gran intensidad, lo cual constituye en factor importante en la planificación de los cultivos y en los procesos erosivos. En las zonas de clima muy frío, la temperatura baja y la nubosidad alta se convierten en los limitantes principales del uso de los suelos. Las heladas, que por lo general se presentan en los meses de enero, febrero, julio y agosto, limitan el uso de los suelos afectando seriamente los cultivos.

Riego

Existen en el año dos períodos secos y dos lluviosos. En los períodos secos se necesita aplicar riego para obtener un rendimiento sostenido de cultivos y pastos. Algunos propietarios cuentan para ello con equipos de riego por aspersión en el valle del río Teusacá. El problema estriba en la carencia de agua superficial. Las quebradas en el verano se secan y el río Teusacá, que atraviesa la zona, disminuye su caudal en períodos secos. Una importante fuente de agua es el río Bogotá; sin embargo, por estar contaminado no se pueden utilizar para riego por la contaminación que sufrirían los suelos, los cultivos y los pastos; a pesar de ello, en la actualidad se usa para riego de cultivos, pastos y hortalizas, poniendo en grave peligro la salud humana y animal.⁷

Plan Básico de Ordenamiento del Municipio de Sopo

El desarrollo del municipio busca la promoción del uso de la tierra y actividades económicas complementarias y no iguales a los de la gran ciudad, de manera especial los espacios naturales, los usos recreacionales y turísticos y la producción de alimentos.

La cuenca del río Teusacá, es una unidad indivisible que se comparte con los municipios de Sopó, La Calera, Guasca, Tocancipá y Bogotá, por lo que la planificación del uso del suelo y sus recursos, así como su control, debe realizarse de manera conjunta, con el fin de evitar impactos ambientales que afecten su territorio.

El suelo rural está constituido por terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales, actividades análogas y de vivienda rural campestre.

Dentro del POT los usos rurales se encuentran los de uso agropecuario como lo son agrícola intensivo bajo invernadero, pecuario intensivo en galpones, agropecuario intensivo, agropecuario semi - intensivo, agropecuario tradicional; los de uso silvopastoril; y los de uso de vivienda rural campestre, entre otros.

Otra de las zonas de uso se encuentra:

Zonas de uso agrícola intensivo bajo invernaderos (ZII): las cuales comprende los cultivos de flores bajo invernadero, hortalizas y otros productos vegetales altamente tecnificados e intensivos en utilización de fertilizantes, plaguicidas y mano de obra. Estos, se caracterizan por

generar abundantes residuos vegetales y desechos tóxicos, por lo cual presentan un alto impacto ambiental y paisajístico.

Zonas de explotaciones pecuarias intensivas en galpones (ZPG) Las cuales comprende las explotaciones pecuarias en confinamiento, de manera especial galpones avícolas y granjas porcícolas. Ambos tipos de explotaciones requieren la construcción de infraestructuras de alto impacto paisajístico y se caracterizan por generar abundantes residuos sólidos orgánicos y malos olores. Las granjas porcícolas generan igualmente abundantes residuos líquidos con alto contenido de materia orgánica. Presentan, por tanto, un alto impacto ambiental. El desarrollo de este tipo de usos debe cumplir las normas establecidas en este Acuerdo sobre índices de ocupación y afectación de zonas de preservación del sistema hídrico (rondas) y del sistema orográfico.

Zonas de uso agropecuario intensivo (ZAI) Comprende los terrenos planos a levemente inclinados, con pendientes inferiores al 12 %, corresponde a valles de origen aluvial, llanuras aluvio lacustres y depósitos aluvio torrenciales. Estos son suelos aptos para todos los cultivos propios del clima de la zona y para pastoreo, bajo sistemas de manejo intensivo, con limitaciones físicas y químicas muy bajas. Estos usos no requieren licencia de ningún tipo, aunque deben cumplir las normas establecidas sobre afectación de zonas de preservación del sistema hídrico y del sistema orográfico.

Zonas de uso agropecuario semi-intensivo (ZAS) Hace referencia a los terrenos planos a ligeramente inclinados, con pendientes inferiores al 12 %, corresponde a valles aluviales, llanuras aluvio lacustres y depósitos aluvio torrenciales, se caracterizan por presentar limitaciones bajas a moderadas por erosión, susceptibles a las inundaciones, con presencia de piedras y bloques; en ocasiones, con textura superficial muy pesada o muy ligera. Pueden ser usados para cultivos propios del clima y tolerantes a estas limitaciones, para pastoreo intensivo, con el manejo necesario contra la erosión, las inundaciones, las piedras y/o la textura. La labor de la tierra en usos agropecuarios intensivos y semi - intensivos puede realizarse mediante el uso de maquinaria pesada (tipo tractor). Estos usos no requieren licencia de ningún tipo, aunque deben cumplir las normas establecidas sobre afectación de zonas de preservación del sistema hídrico y del sistema orográfico.

Zonas de uso agropecuario tradicional (ZAT) Comprendidas por pendientes moderadas, que pueden ser objeto de uso agropecuario, con práctica tradicional, restricción por erosión, terrenos de pendiente suave a moderada, del 12 a 30% y 30 a 60%, aunque con predominio de 12 a 30%, cuya principal limitante es la susceptibilidad a la erosión hídrica superficial. Estos terrenos pueden ser utilizados para pastoreo de ganado, cultivos permanentes y semi permanentes (frutales) y cultivos temporales con prácticas de conservación de suelos (fajinas, control de esorrentía, cultivos con cobertura y otros). En general, en estas áreas el labrado de la tierra se hace con métodos manuales o con tracción animal, no permite el uso de maquinaria pesada. Sin embargo, el labrado, así como los trabajos de mantenimiento y cosecha pueden emplear sistemas mecanizados livianos, como arados portátiles manuales, fumigadoras, cosechadoras portátiles, riego por goteo y aspersión controlada, entre otros. Estos usos no requieren licencia de ningún tipo, aunque deben cumplir las normas establecidas sobre afectación de zonas de preservación del sistema hídrico y del sistema orográfico.

Zonas de uso silvopastoril (ZSP) Áreas mixtas de protección - producción que por sus características geo morfológicas y de suelo, presentan muy fuertes restricciones para los usos agropecuarios exclusivos, por lo cual requieren usos y prácticas combinadas de carácter protector y productor al mismo tiempo. Sus pendientes son variadas (12 a 30%, 30 a 60% y 60 a 100%), aunque predominan las de 30 a 60%. Es una zona con limitantes moderados a fuertes por pendiente y susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa. Las pendientes más fuertes deben ser objeto de uso forestal protector, mientras que las más suaves tienen mayor potencial para pastoreo extensivo de ovinos, vacunos y caballares (nunca de caprinos) y de cultivos de pan coger. (ARsGIS, 2020).

Diagnóstico veredal

Tabla 1. Diagnóstico veredal

No.	VEREDA	DESCRIPCIÓN	ECONOMÍA
1	San Gabriel	Acueducto veredal: captación de agua de las quebradas Rosa Blanca y Los Laureles. Dos tanques de almacenamiento de 36 y 20 cm ³ . No hay alcantarillado. Sistema de pozos sépticos. Complemento de abastecimiento por el acueducto veredal Progresar ESP. - río Teusacá. Uso de agua: doméstico.	

2	Mercenario	Acueducto veredal: captación de agua de las quebradas Zapata y nacedero el Carbón. Distribución por gravedad mediante tubería PVC a 21 viviendas. Complemento de abastecimiento por el acueducto veredal Progresar ESP. - río Teusacá. Uso de agua: doméstico.	
3	Violeta	Acueducto veredal: captación de agua de las quebradas Salgado y Zamora. Distribución por gravedad mediante tubería PVC a 40 viviendas. Tres tanques de almacenamiento 6, 8 y 16 m ³ . Cuentan con alcantarillado con cobertura para 40% de las viviendas. Escasez del agua y conflictos por uso y la reglamentación del predio para construcción de vivienda.	Ganadería de leche y algunos cultivos tradicionales
4	Agua caliente	Se abastecen en agua de los nacederos Vereda poco poblada, solo doce predios: de (1) 1.5, (1) 15, (4) 200 (6) entre 40 y 100 hectáreas.	Ganadería de leche
5	Hato Grande	Vereda con conexión al acueducto municipal, servicio de alcantarillado, solo 15 usuarios conectados, demás viviendas a través de pozos sépticos	Extracción de materiales de construcción, ganadería, de leche, cultivos a muy pequeña escala
6	Aposentos	Vereda con conexión al acueducto municipal, 96 usuarios conectados, no existe servicio de alcantarillado. Uso de pozos sépticos. Contaminación de la quebrada Mi padre Jesús e inundaciones constantes	Ganadería de leche
7	La Diana	Vereda con conexión al acueducto municipal, 96 usuarios conectados, no existe servicio de alcantarillado. Uso de pozos sépticos. Corriente de agua de la quebrada Mi padre Jesús con sus afluentes. Terreno Plano a una altura de 2,550 mts./nm (nivel del mar). Conflicto de uso de suelo entre agropecuario, residencial e industrial, inconvenientes graves en un futuro. Contaminación de la quebrada Mi padre Jesús y manejo de aguas negras.	Ganadería de leche (Fonandes), estaciones de servicio, algunos pequeños cultivos
8	Pueblo Viejo	Vereda con conexión al acueducto municipal. 130 usuarios con conexión y 65 al alcantarillado, demás viviendas con uso de pozos sépticos. Corrientes de agua importantes: quebradas Mi Padre Jesús, La Carolina, Casablanca y Valentín. Terreno Plano a una altura de 2,550 mts/nm (nivel del mar). Cuatro núcleos poblacionales: zona industrial, cultivos de flores, restaurantes y haciendas lecheras. 84,5% de los predios son de menos de 3 ha; existen predios de menos de media ha.; y un restante por debajo de 15 ha.	Industria Ceramita y Mármoles Carrara, Ganadería de leche (Fonandes), Porcicultura la Carolina, cultivo de flores y algunos pequeños cultivos.
9	Centro Alto	Vereda con conexión en parte al acueducto municipal y otra al verdal el cual se realiza a través del nacedero San Felipe, distribución por bombeo y gravedad con tubería PVC y mangueras para 160 viviendas. Cuenta con tres (3) tanques de almacenamiento, alcantarillado con laguna de oxidación, cobertura para el 80% de viviendas	Ganadería de leche y algunos cultivos tradicionales

10	La carolina	Vereda con conexión en parte al acueducto municipal y otra al verdal el cual se realiza a través El Ojito de Agua, distribución por gravedad con tubería PVC y mangueras para 95 viviendas. Cuenta con dos (2) tanques de almacenamiento de 32 m3 c/u, alcantarillado con cobertura para el 80% de viviendas	Productos Alimenticios Alpina, ganadería de leche y algunos cultivos tradicionales
11	Bellavista	Vereda con conexión en parte al acueducto municipal y otra al verdal el cual se realiza a través El Ojito de Agua, distribución por gravedad con tubería PVC y mangueras para 80 viviendas. Cuenta con dos (2) tanques de almacenamiento de 32 m3 c/u, alcantarillado con cobertura para el 80% de viviendas.	Ganadería de leche y algunos cultivos tradicionales
12	El chuscal	Vereda con conexión en parte al acueducto municipal y otra al verdal el cual se realiza a través de la quebrada y nacedero el Chuscal, distribución por gravedad con tubería PVC y mangueras para 200 viviendas. Cuenta con dos (2) tanques de almacenamiento de 36 m3 c/u, alcantarillado con cobertura para el 60% de viviendas.	Ganadería de leche y agroindustrial (Lácteos el Castillo), extracción de materiales de construcción, y algunos cultivos tradicionales.
13	Gratamira	Vereda con conexión en parte al acueducto municipal y otra al verdal el cual se realiza a través de la quebrada la Zorrera, distribución por gravedad con tubería PVC y mangueras para 43 viviendas. Cuenta con un (1) tanque de almacenamiento de 32 m3 c/u, alcantarillado con cobertura para el 80% de viviendas y un pozo anaeróbico.	Ganadería de leche y cultivos de flores, y algunos cultivos tradicionales.
14	Meusa	Vereda con conexión en parte al acueducto municipal y otra al verdal el cual se realiza a través del Manantial, distribución por bombeo y gravedad con tubería PVC y mangueras para 65 viviendas. Cuenta con un (1) tanque de almacenamiento de 24 m3 c/u, alcantarillado con cobertura para el 65% de viviendas y un pozo anaeróbico.	Ganadería de leche y cultivos de flores, y algunos cultivos tradicionales.
15	Los comuneros	Acueducto veredal con captación de agua de los nacederos de La Moya, distribución por gravedad con tubería PVC y mangueras para 30 viviendas. No hay alcantarillado, sistema de pozos sépticos	

Fuente: Elaboración propia. Municipio de Sopó. (ARsGIS, 2020)

Factores Externos

Finalmente, existen factores externos, que afectan el aprovechamiento para una óptima captación del recurso hídrico, ya sea de manera natural, mecánica o por sistema potable, lo que conlleva a no tener un acceso seguro y eficaz por parte de la población más vulnerable como medio de sostenibilidad, y bienestar; entre estos factores se encuentran:

El cambio climático

Los cambios en la precipitación pluvial y el clima a nivel local y regional, están directamente asociadas a fenómenos meteorológicos cuyas causales son de amplio espectro a nivel global. En la actualidad, se pronostican cambios en la oferta de servicios de los ecosistemas estratégicos, como lo son: los páramos, receptores privilegiados de lluvia por sus características de suelos, flora y fauna, los cuales y más cerca de la zona de proyecto son la fuente de agua potable principales para la ciudad de Bogotá y todas las poblaciones de la Sabana. Más de ocho millones de habitantes dependen en un 80% del agua que proviene de los páramos de la Cordillera Oriental de los Andes. (Montes, 2009).

A raíz del cambio climático y el crecimiento demográfico, la disponibilidad de agua ha venido disminuyendo durante las últimas dos décadas. Desde sequías extremas hasta inundaciones graves. Colombia ya está presentando síntomas de inseguridad hídrica en todo su territorio, que reflejan sus problemas de “exceso, escasez y contaminación” del agua. (BANCO MUNDIAL, 2020).

El impacto de la covid-19 en el sector del agua

La pandemia de covid-19, ha impuesto limitaciones enormes a los proveedores de servicios de agua en todo el país. Mantener la continuidad del servicio e incluso aumentar los niveles de abastecimiento de agua durante la fase de emergencia de la crisis, han planteado un gran desafío para los proveedores. (BANCO MUNDIAL, 2020)

La presión adicional sobre estos, se originó en la disminución de los ingresos debido a las dificultades que enfrentaban los hogares para pagar las facturas, y al aumento de los mandatos públicos relacionados con el suministro de agua.

A esto se han sumado el aumento de los costos (horas extras, la incorporación de personal temporario, y la importación de insumos, como productos químicos) y las limitaciones en materia de prestación y cobertura del servicio, ya que hay zonas que carecen de acceso o donde la continuidad del servicio es escasa. (BANCO MUNDIAL, 2020).

La contaminación del agua

Otro problema grave, que está degradando cada vez más la calidad de los recursos hídricos del país y dañando sus ecosistemas.

En muchas regiones, el agua está tan contaminada que el contacto directo es peligroso. Las cargas sanitarias que impone la contaminación del agua crean ciclos viciosos de pobreza, desigualdad y movilidad forzada de sus habitantes.

El agua contaminada y la incertidumbre pluvial también están incidiendo en la estabilidad de los ingresos agrícolas, que son fundamentales para lograr que las zonas rurales y remotas del país prosperen.

En Colombia, donde la tasa de desplazamiento interno es una de las más altas del mundo, la incertidumbre pluvial y el aumento de la contaminación del agua están acelerando los desplazamientos, lo que plantea dificultades al Gobierno al momento de elaborar planes de desarrollo territorial y políticas inclusivas en las zonas rurales.

Aunque el país ha adoptado medidas fundamentales para mejorar el marco institucional del agua, el sector aún está regido por numerosos intereses, leyes y fuentes de financiamiento contrapuestos, que separan el diseño, la implementación y el seguimiento de las políticas y las inversiones.

Todavía persisten deficiencias considerables en los servicios de agua: la cobertura del abastecimiento de agua gestionado de manera segura llegó al 73% a nivel nacional (el 40% en las zonas rurales) y la cobertura del saneamiento gestionado de manera segura a tan solo el 17%. (BANCO MUNDIAL, 2020).

La Agricultura

De igual manera, la agricultura es el sector que más consume agua, el tratamiento de aguas residuales no supera el 50 % y las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena son las más susceptibles a desabastecimiento del líquido. (MONGABAY, 2019).

La demanda de agua en Colombia aumentó cerca del 5 % al pasar de 35.582 millones de metros cúbicos al año en 2014 a 37.308 millones en 2018. El sector agrícola es el que más utiliza agua (43,1 %), seguido del energético (24,3 %). Además, en el país hay 391 municipios susceptibles por desabastecimiento en temporada seca y los departamentos más afectados por la falta del recurso son: Santander, Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Magdalena, Bolívar y Cesar. (MONGABAY, 2019)

Como Ministro de Ambiente, Ricardo Lozano, hizo énfasis en el desabastecimiento de agua en temporadas secas, que se potencia debido a eventos de variabilidad climática cada vez

más severos, entre ellos el fenómeno de El Niño —que en Colombia influye en una drástica disminución de las lluvias.

Otro de los temas que preocupa a los diferentes institutos de investigación ambiental en el país, es el incremento de los sedimentos causados por la degradación ambiental, que potencia eventos como avalanchas, crecientes súbitas e inundaciones. (MONGABAY, 2019).

Los Acuerdos de Paz

La reforma rural integral definida en el punto 1 del Acuerdo Final para una Paz Estable y Duradera (ratificado por el Gobierno de Colombia y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia – FARC el 24 de noviembre de 2016) estableció en su numeral 3.2.2. - Vivienda y agua potable, que el Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de la Vivienda Social Rural deberá tener en cuenta varios criterios, entre otros: “a. La promoción y aplicación de soluciones tecnológicas apropiadas (acueductos veredales y soluciones individuales) para garantizar el acceso al agua potable y el manejo de aguas residuales. (...) c. La participación activa de las comunidades en la definición de las soluciones de vivienda y la ejecución de los proyectos. (...) e. La asistencia técnica y la promoción de las capacidades organizativas de las comunidades para garantizar el mantenimiento, la operación y la sostenibilidad de las soluciones de acceso al agua y manejo de aguas residuales. f. Promover prácticas adecuadas para el uso del agua potable”.

Ante la complejidad de los literales antes descritos y, de los cuales deben tener una asignación presupuestal a la fecha, dichos recursos han presentado un “*error presupuestal*” como lo mencionan los expertos, ya que dichos recursos provenientes del Sistema General de Participaciones – SGP, y los cuales corresponden a un 37%, son asignados por capitación, es decir que cuando un niño ingresa al sistema escolar se hace la asignación de recursos; lo que trasciende en que se realice un desfinanciamiento a los proyectos relacionados con la tierra, se asignen recursos que no obedecen a criterios técnicos, lo que dificulta su seguimiento e impacto, se desfinancia la tierra, se asignan los valores que el Gobierno considere, más no los que las unidades ejecutoras soliciten, por otra parte, no se ejecutan los proyectos en varios programas de inversión, no se pueden tener identificados los predios y sus tenedores, ocupantes, poseedores y propietarios que se combina con otros registros administrativos, ya que se hace un rezago en el catastro multipropósito. (RAZON PUBLICA, 2021).

El Orden público Nacional

Algunos de los problemas de orden público presentados en lo corrido del año 2021, afectaron los procedimientos de potabilización por la falta de suministro de los insumos químicos necesarios para el tratamiento del agua potable, lo cual no se descartaría para próximas situaciones similares o de mayor impacto. **(INFOBAE, 2021)**

Estos insumos, son fundamentales para el proceso que se desarrolla en las plantas Dorado, Tibitoc y Francisco Weisner que son las encargadas del abastecimiento de la ciudadanía en un 5 %, 25 % y 70 % respectivamente. **(INFOBAE, 2021)**

Estas plantas de procesamiento por su parte, abastecen a la población de la capital y los municipios aledaños de La Calera, Mosquera, Chía, Sopó, Gachancipá, Funza, Soacha, Madrid, Cota, Tocancipá y Cajicá que se encuentran en la sabana de Bogotá. **(INFOBAE, 2021).**

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

AMBIENTALES

El proyecto tiene un impacto medio, lo que significa que se puede llevar a cabo teniendo en cuenta las medidas de prevención, control, mitigación, corrección, contingencia y compensación, estas están destinadas a la protección del suelo, del agua, la calidad del aire, los entornos de trabajo y la vegetación que garantizan la viabilidad ambiental del proyecto. Este emprendimiento, tiene un impacto favorable, principalmente en el componente agua, pues a través del sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvia, se obtienen muchos beneficios para el medio ambiente y para los usuarios.

Por el contrario, podrían ocurrir algunas restricciones como:

- Imposibilidad de ejecutar el proyecto por las características propias del terreno a intervenir.
- No contar a plenitud con las normas, licencias o disposiciones legales vigentes que se encuentran establecidas en el sector para proteger la salud del ser humano, de la fauna y la flora y en general del medio ambiente.

Teniendo en cuenta el marco teórico referenciado a la situación de POT del municipio, como su ubicación geográfica, la composición de su suelo, sus condiciones económicas y sociales en las veredas, se puede mencionar que las restricciones están puestas a factores como la mala distribución de uso del suelo, en cuanto al ordenamiento de los cultivos, el arado de la tierra, la construcción de barreras vivas, pues esta mala utilización hace que el proyecto represente un costo inoficioso cuando no hay un tratamiento adecuado, esto en el entendido que la composición del suelo es de una permeabilidad lenta, baja circulación de aire y una alta capacidad de retención de la humedad. Igualmente, en algunos suelos de algunos sitios del valle, una saturación de agua a largo tiempo, lo cual produciría sobre saturación de humedad.

NORMAS TÉCNICAS

Por otro lado, y para evitar las restricciones: se debe dar cumplimiento a normas técnicas, como lo son el Reglamento Técnico del sector del agua potable y saneamiento básico RAS-2000: relacionado con los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y

pluviales, donde se debe presentar el plan de manejo ambiental que genera el proyecto, y donde se da una descripción de las obras y acciones de mitigación de los efectos en el medio ambiente que genera propiamente el proyecto.

Inicialmente a la Norma Internacional ISO 14001:2015, la cual define los criterios para un sistema de gestión medioambiental (SGM) y proporciona la seguridad para que el riesgo ambiental que permite gestionar y mejorar el desarrollo del proyecto en general.

En consideración a las normas técnicas que operan sobre la infraestructura del proyecto se consideran entre otras:

NTC Normas Técnicas Colombianas

NTC 30 Cemento Portland. Clasificación y nomenclatura.

NTC 44 Tubos y juntas de asbesto-cemento para conducción de fluidos a presión.

NTC 116 Alambre duro de acero para refuerzo de concreto.

NTC 121 Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas.

NTC 126 Solidez de los agregados con el uso del sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

NTC 127 Determinación de impurezas orgánicas en agregado fino para concreto.

NTC 159 Alambres de acero, sin recubrimiento, liberados de esfuerzos para concreto pretensado

NTC 161 Barras lisas de acero al carbono para hormigón armado

NTC 174 Especificaciones de los agregados para concreto.

NTC 183 Determinación de la dureza al rayado de los agregados gruesos

NTC 239 Accesorios para tubos sanitarios de asbesto cemento.

NTC 245 Barras de acero al carbono trabajadas en frío para hormigón reforzado.

NTC 248 Barras y rollos corrugados de acero al carbono para hormigón reforzado.

NTC 268 Tubos sanitarios de asbesto cemento.

NTC 321 Cemento Portland, especificaciones químicas.

NTC 384 Asbesto-cemento. Tubos para alcantarillado.

NTC 401 Tubos de hormigón reforzado para alcantarillados.

NTC 487 Manguitos de asbesto-cemento.

NTC 511 Tubos de gres de resistencia normal para drenaje.

NTC 589 Determinación del porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados.

- NTC 1022 Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado.
- NTC 1087 Tubos de policloruro de vinilo (PVC) rígido para uso sanitario.
- NTC 1299 Aditivos químicos para concreto.
- NTC 1328 Juntas flexibles para la unión de tubos circulares de concreto.
- NTC 1341 Accesorios de PVC rígidos para tuberías sanitarias.
- NTC 1393 Tapas para pozos de inspección
- NTC 1747 Plásticos. Tubos de polietileno PE especificados por su diámetro interior (RDIE-PM).
- NTC 1748 Tubos de policloruro (PVC) rígido para alcantarillado.
- NTC 1907 Siderurgia. Alambre de acero para concreto armado.
- NTC 1925 Mallas de acero soldadas fabricadas con alambre liso, para refuerzo de concreto.
- NTC 2091 Tubería de acero corrugado y galvanizado para alcantarillado y drenaje subterráneo.
- NTC 2310 Mallas de acero soldadas fabricadas con alambre corrugado.
- NTC 2346 Accesorios en hierro dúctil y/o hierro gris para agua y otros líquidos. Serie inglesa.
- NTC 2534 Uniones mecánicas para tubos plásticos de desagüe y alcantarillado.
- NTC 2587 Tuberías de hierro dúctil. Acoples y accesorios para líneas de tuberías de presión.
- NTC 2629 Tubería de hierro dúctil. Revestimiento de mortero-cemento centrifugado. Controles de composición del mortero recientemente aplicado.
- NTC 2697 Accesorios de PVC rígido para tubería de alcantarillado.
- NTC 2802 Cámaras de inspección para alcantarillados, construidas en mampostería de ladrillo tolete recocido.
- NTC 3359 Bridas y accesorios con brida para tubos de hierro fundido.
- NTC 3409 Plásticos. Accesorios de polietileno (PE) para unión por fusión a tope con tubería de polietileno (PE).
- NTC 3410 Plásticos. Accesorios de polietileno tipo campana para tubería de polietileno con diámetro exterior controlado tipo IPS o CTS.
- NTC 3526 Juntas de compresión para tubería y accesorios de gres.
- NTC 3640 Tubos corrugados en poli cloruro de vinilo (PVC) con interior liso y accesorios para alcantarillado.
- NTC 3664 Plásticos. Tubos plásticos de polietileno con base en el diámetro exterior controlado y clasificado según presión.

NTC 3676 Métodos para ensayo de pozos de inspección en concreto.

NTC 3694 Plásticos. Tubos tipo CTS de polietileno (PE).

NTC 3721 Plásticos. Tubos ligeros y accesorios para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado. Métodos de ensayo generales.

NTC 3722 Plásticos. Tubos ligeros y accesorios para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado. Especificaciones para PVC-U.

NTC 3789 Secciones de cámara de inspección de prefabricados en concreto reforzado.

NTC 3870 Tubos de fibra de vidrio para usos en alcantarillado.

NTC 4089 Accesorios de gres para alcantarillado y perforados para drenaje. Resistencia normal.

NTC 4223 Métodos para ensayo de presión negativa con aire en pozos de inspección para alcantarillados.

NTC 4764-1 Tubos y Accesorios termoplásticos con superficies interna lisa y externa perfilada.
Parte 1. Dimensiones

NTC 4764-2 Tubos y Accesorios termoplásticos con superficies interna lisa y externa perfilada.
Parte 2. Condiciones técnicas de entrega

NTCOO Normas Técnicas Colombianas Oficiales Obligatorias

Otras normas técnicas ISO

881 asbestos-cement pipes, joints and fittings for sewerage and drainage.

2531 tubos, racores y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones a presión.

4633 juntas de estanqueidad de caucho – Guarniciones de juntas de canalizaciones de alimentación y evacuación de aguas (alcantarillados incluidos – Especificación de materiales.

5208 ensayos de fábrica para válvulas de mariposa.

5210 conexión a los mecanismos manuales y eléctricos para válvulas de mariposa.

5752 dimensiones entre caras de las válvulas bridadas.

5752-14 Dimensionamiento de válvulas de mariposa.

7005-2 Bridas de unión para válvulas.

7259 válvulas con compuertas revestidas de Elastómero.

ECONÓMICAS

El proyecto se estipula la consecución a costo (\$0) 0 Pesos, por lo menos en un 80 % de los materiales para el desarrollo de los proyectos, la forma como se plantea la idea de dicha consecución de materiales, es con las empresas de la zona Sabana Centro de Cundinamarca, esta zona es considerada como una de las zonas con más empresas a nivel nacional y también con la Corporación ProDesarrollo Del Norte De La Sabana Prodensa.

Por el contrario, podrían ocurrir algunas restricciones como:

- No contar con los recursos económicos por parte de los pequeños agricultores para iniciar los proyectos.
- Demora en la consecución de los recursos por parte del cliente, lo que podría incrementar los costos de materiales y mano de obra terciaria.
- No contar con los recursos y materiales obtenidos por parte de las donaciones dadas por las empresas aliadas.

LEGALES

Teniendo en cuenta que los permisos y licencias para el desarrollo son de conocimiento público, todo ello debe considerarse como prioridad al momento de desarrollar tanto la constitución legal de la sociedad para poder ejecutar los proyectos, como la obtención a tiempo de estos permisos y/o licencias para la ejecución del mismo.

Es importante por ello, contar con los permisos correspondientes de la autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales, etc.) como lo son: Autoridad municipal ambiental (AMA): la cual tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental, y la Autoridad regional ambiental (ARA) quien a su vez, tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

Podría contarse con algunas restricciones como:

- No obtener los permisos necesarios por las entidades correspondientes para el uso de suelo, así como la ejecución de los proyectos en las diferentes zonas a trabajar.
- No contar con los permisos administrativos
- No contar con los registros legales y tributarios, que como empresa permitan ejecutar los proyectos para desarrollar gestiones con las entidades y empresas aliadas.

- No celebrar convenios o contratos necesarios para la ejecución de los proyectos.

Igualmente, se podría considerar como restricción, el incumplimiento de normas, permisos y certificaciones entregadas y aportadas por las entidades correspondientes, entre las que se encuentran:

- Decreto Ley 2811 de 1974: *“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”*.
- Decreto 1541 de 1978 - Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. El cual hace referencia a este Decreto tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados. (ANLA, 2022).
- Permiso de concesión de aguas superficiales, al no obtener dicho permiso, podrá existir una amonestación escrita, el decomiso del proyecto implementado, o la suspensión de la obra, si se comprueba que puede derivarse un daño o peligro para el medio ambiente, o los recursos naturales, el paisaje o la salud humana o cuando el proyecto, se haya iniciado sin permiso, concesión, autorización o licencia ambiental o ejecutado incumpliendo los términos del mismo. (CORPORACION AUTONOMA REGIONAL - CAR, 2020)
Igualmente, la ausencia de este permiso podrá dar vía a un proceso sancionatorio ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional – CAR establecidas en la Ley 1333 de 2009.
- Ley 99 de 1993, *por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.*”, establecida como instrumento de gestión y planificación para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales durante el desarrollo de cualquier obra o actividad.
- Decreto 1753 de 1994. *Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.*
- Decreto - Ley 2150 de 1995, artículo 132 en el cual se simplifica el trámite de la Licencia Ambiental para los proyectos, por cuanto llevará implícito los permisos de carácter ambiental.

- Resolución 655 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente, la cual establece los requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de la Licencia Ambiental de conformidad con el Artículo 132 del Decreto - Ley 2150 de 1995
- Ley 373 de 1997, *por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.*
- Decreto 673 de 2019 *"Por el cual se adiciona un inciso al artículo 2.3.6.3.5.15. de la sección 5, del capítulo 3, del título 6, de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, en lo relativo a las reglas de difusión en casos excepcionales", el cual hace mención que por condiciones de variabilidad climática de carácter regional asociada a déficits de los niveles de precipitaciones en el país de acuerdo con información aportada por el Instituto de Hidrología Meteorología y estudios ambientales (IDEAM), la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico (CRA) expedirá resoluciones de carácter general orientadas a incentivar el uso eficiente y de ahorro de agua. (DAPRE - PRESIDENCIA, 2019)*

SALUD Y SEGURIDAD

El desarrollo del proyecto no atenta contra la salud de los clientes ni de los consumidores, pero se deben considerar todas las medidas de protección que con respecto a seguridad y salud en el trabajo con la que deben contar quienes ejecuten principalmente de manera técnica y operativa el desarrollo del proyecto.

Igualmente, podrían ocurrir algunas restricciones, durante el desarrollo del proyecto como:

- Que el cliente, no realice el tratamiento adecuado de potabilización con el fin de eliminar sustancias como el plomo, cromo, o zinc, y la neutralización de otras sustancias dañinas como arenas o bacterias y virus que pudieran ocasionar enfermedades asociadas a Meningitis, algunos tipos de parálisis, anomalías congénitas de corazón, hepatitis, diarreas, vómitos e infecciones oculares.
- Que el cliente no acoja la formulación de estándares sobre los procedimientos seguros al almacenar el agua en grandes tanques, ya que puede haber presencia de menores de edad, o adultos mayores que tengan incidentes y posibles accidentes.

SOCIOCULTURALES

Contrario a una restricción, sería un beneficio para los clientes y consumidores finales del sistema, por cuanto es observar que su bienestar y calidad de vida mejoraran tanto en tiempos, como aprovechamiento de un recurso hídrico dado rectamente por la naturaleza y que no necesitar intermediación. Sin embargo, se puede presentar en un menor porcentaje:

- No lograr establecer la cultura del ahorro y aprovechamiento del recurso hídrico por parte de los pequeños agricultores a través del sistema propuesto.

METODOLOGÍA

Para la implementación del proyecto, es recomendable contar con los estudios previos a su diseño, los cuales permiten caracterizar la zona desde un punto de vista físico y socioeconómico, conociendo los sistemas existentes de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico y así considerar los planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial.

Por consiguiente, esto debe contribuir a seleccionar la alternativa más adecuada y factible, técnica, económica, financiera y de menor impacto ambiental.

La solución presentada para la adquisición por parte de los pequeños agricultores goza de una lógica aceptable, en el entendido, que es una alternativa que favorece tanto a un sector de la población categorizada como vulnerable, como al aporte de responsabilidad social por parte de los medianos y grandes empresarios, además es una solución sostenible y sustentable con el medio ambiente.

Para el desarrollo del proyecto, se considera viable utilizar una metodología **cascada (waterfall)**, ya que permite dividir la ejecución o desarrollo del proyecto en varias etapas desde su inicio, planificación, ejecución, monitoreo, y cierre; teniendo en cuenta que, en cada una de ellas, se puede tener el control de cada fase.

Tabla 2. Metodología para el desarrollo del proyecto

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
PRIMERA ETAPA - Análisis de Viabilidad
Capacitación a una población estimada acerca del recurso hídrico y su importancia.
Recibo de solicitud
Análisis de la solicitud: Información básica
Autorización de atender la solicitud
Asignación del proyecto
Visita al predio a intervenir: Delimitación del perímetro sanitario municipal, Definición del periodo de análisis.
Toma de medidas y análisis de terreno e infraestructura: Delimitación del área del proyecto, estimación de los habitantes, especies animales, entre otros, Determinación de

las características del sistema, Generación de alternativas de sistemas para la recolección, Aprovechamiento de componentes existentes, Pre dimensionamiento de los componentes de las alternativas.
Recolección de datos
Análisis de información
Elaboración de informe del proyecto
Socialización con el potencial cliente del proyecto a desarrollarse.
Costeo del proyecto: Selección de la mejor alternativa, Definición de criterios para la estimación de costos, Determinación de etapas de construcción,
Espera de respuesta por parte del cliente
Si no procede se archiva el proyecto con probabilidad de volver a visitar, con informe de cierre y justificación.
Si procede: si hay necesidad de contactar e intervenir para obtención de recursos presupuestales por parte de ONG o entidades gubernamentales.
<i>SEGUNDA ETAPA - Planificación detallada - Diseño de la alternativa seleccionada</i>
Coordinación de la iniciación del proyecto
Elaboración y aprobación Acta de iniciación del proyecto • Estimar el alcance del proyecto • Desarrollar el plan de gestión del proyecto • Planificación del alcance • Desarrollo del cronograma • Preparación del presupuesto • Planificación de la calidad • Planificación de los recursos humanos • Plan de gestión de los riesgos
Reuniones entre Empresas del Sector y Prodensa
Consecución de material para las construcciones a Pequeños agricultores (Empresas y Prodensa).

<i>TERCERA ETAPA - Ejecución</i>
Contratación de mano obra tercerizada dentro de la zona a intervenir.
Capacitación para el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.
Ejecución del proyecto: teniendo en cuenta las condiciones, de infraestructura, del terreno entre otras.
Asesoría técnica durante la ejecución del proyecto.
<i>CUARTA ETAPA - Seguimiento y control</i>
Seguimiento y control: Seguimiento de todas las actividades que se deben realizar para llegar a los entregables completos en los tiempos establecidos y con la calidad solicitada. Se seguirán las siguientes instrucciones para todas las etapas del proyecto:
• Informes semanales de gestión y actualización de entregables • Fechas de contratación • Comités de avance general • Comités de avance semanal • Avance de los contratistas • Control de cambio durante la ejecución de las actividades
<i>CIERRE</i>
Aprobación de los entregables
Acta de terminación y cumplimiento del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la metodología anteriormente descrita, se puede mencionar que existen muchas empresas y personas que han diseñado sistemas de recolección de manera técnica en categorías altas, medias o sencillas, sin embargo, sus costos o la facilidad de obtener los materiales e insumos no son tan fáciles para algunos pobladores. Con la implementación de esta metodología, permitiría que el pequeño agricultor pueda ser su propio constructor reduciendo mucho más los costos, que ya desde un inicio y con la donación de muchos de los materiales se minimizarían.

Igualmente es importante tener en cuenta que, las entidades gubernamentales han permitido el acceso a pobladores, tanto para auxilios como para programas, donde permiten desde la entrega de materiales hasta la instalación; pero en ocasiones, los trámites, la elección y

los tiempos, no permiten tener un acceso rápido a estos sistemas; ya sea por la falta de asignación de los recursos al municipio, o la inclusión al presupuesto de estos proyectos a nivel local y regional o también por la falta de una caracterización e inclusión de sus pobladores para tenerlos en cuenta dentro de los programas.

Por otro lado, y teniendo en cuenta el diagnóstico referenciado anteriormente en el marco conceptual de las 15 veredas que hacen parte del municipio en sus condiciones tanto de infraestructura de suelos, acueducto y economía, anterior a la implementación de cada una de las etapas se considera importante tomar como base dicha información y una vez más ampliada hacia niveles técnicos se incursionarían los esfuerzos hacia lo que cada vivienda requiere. No menos importante se relacionan a continuación las diferentes opciones que son usadas:

Tanques modulares: estos permiten almacenar grandes cantidades de agua. Suelen almacenar hasta 1.000 litros.

Celdas recolectoras: es un sistema en donde se almacena agua lluvia en el área donde se precipita para luego ser absorbida dentro de una estructura formada por celdas.

Depósitos dispensadores: permiten recolectar el agua y dispensarla. Tienen baja capacidad de almacenaje.

Depósitos decorativos: tienen forma de jarrones o macetas de gran tamaño; almacenan hasta 600 litros, algunos tienen sistemas de filtrado en su interior para potabilizar el agua. En su mayoría cuenta con sus propios dispensadores.

Depósitos con diseño arquitectónico: desde maceteros, muros o columnas que a la vista tienen un elegante diseño, pero realmente funcionan para la recolección de agua, en construcciones inteligentes o sostenibles. Algunos tienen capacidad de hasta 900 litros de agua.

Tanques bajo tierra: estos sistemas se ubican a un nivel profundo y requieren de obras, es decir, mayor inversión; sin embargo, en la medida que evoluciona las construcciones sostenibles, existen unos tanques modulares que pueden ser instalados en los cimientos de la edificación y por ser modulares pueden cubrir superficies y conectar módulos de hasta 200 litros de capacidad de almacenamiento cada uno.

De acuerdo, a la arquitectura del predio, la zona del terreno; el desarrollo del proyecto se implementará teniendo en cuenta las opciones más factibles que de acuerdo a los costos presupuestados y acordados se considere.

Ilustración 1. Avatar energía



Fuente: Ecoinventos.com

Ilustración 2. Water Pump



Fuente: Propia

ANÁLISIS DE COSTOS

FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta la solución planteada, se considera importante evidenciar a grandes rasgos un análisis de factibilidad y viabilidad del proyecto, en donde esbozaremos los requisitos necesarios, así: producto, mercado, desarrollo, recursos y finanzas. (QUESTIONPRO, 2022)

Producto

Sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvias para consumo humano, de animales, actividades de hogar, agrícolas, entre otras.

Mercado

En este apartado analizaremos el tamaño de la población objetivo, sus características y por qué necesitarían el producto.

La población objetivo para presentar dicha alternativa pertenecen al municipio de Sopo, del departamento de Cundinamarca.

Por ello, y tomando en consideración las diferentes fuentes de información como lo son planes de desarrollo, informes de gestión rendición de cuentas, entre otros, los cuales son de consulta pública y socializados por el municipio y los organismos gubernamentales, presentamos una descripción de la población ubicada y la cual es el objetivo principal de atención dentro del proyecto.

Población Objetivo

Contexto Geopolítico del municipio

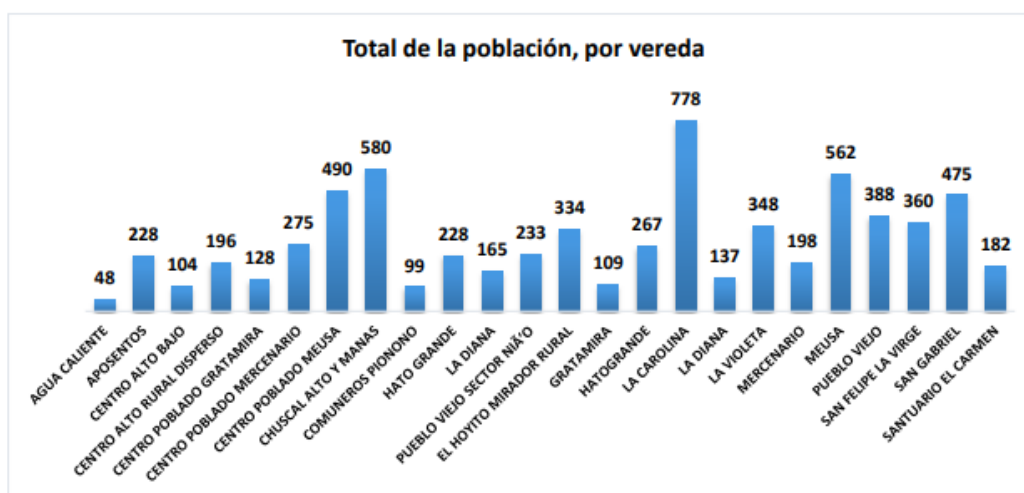
Ubicado en el departamento de Cundinamarca, formando parte de la provincia de Sabana Centro. Situado a 39 kilómetros al norte de Bogotá, con una altitud de 2587 m s n. m y una extensión de 113 km². Fundado en 1653 por fray Francisco Chacón. Mediante decreto 137 de 2021, el municipio fue categorizado para el año 2022 en tercera categoría, por cuanto el departamento administrativo nacional de estadística – DANE, certifico en el año 2021 una población proyectada a junio 30 de 2020 de 28.999 habitantes. De acuerdo a la alcaldía del municipio, sopó se encuentra organizado por 24 veredas.

Tabla 3. Población objetivo

Código DANE	25.758
Categoría Municipal	3
Extensión km2	114
Densidad Poblacional	228,16
Total Población Municipal 2018	25.782
Total Población Municipal 2019	27.456
Total Población Municipal 2020	28.999
Porcentaje Población Municipal del total Departamental	0,94%
Total Población Hombres	12.614
Total Población Mujeres	13.168
Población Urbana	17.435
Población Rural	8.347

Fuente: Alcaldía de Sopó

Ilustración 3. Población por vereda



Fuente: Alcaldía de Sopó

Características de la población objetivo

Agua Potable y saneamiento básico

De acuerdo a lo informado por la Alcaldía de Sopó, a través de su informe de plan de desarrollo municipal 2020 – 2023, Sopó cuenta con 8 estaciones de bombeo, que suministran el agua a una gran parte del municipio, agua que es comprada a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Tabla 4. Cobertura en acueducto, alcantarillado y aseo

Cobertura en acueducto, alcantarillado y aseo	
Total de usuarios suscriptores en general	6.974
Suscriptores al servicio de acueducto	6.663

Fuente: Alcaldía de Sopó

De acuerdo a los datos conocidos, el 28% del área rural y el 79% del área urbana cuenta con el servicio de acueducto. (ALCALDIA DE SOPÓ, 2020)

Actividades económicas del municipio.

El principal producto agrícola del municipio es la papa, con un aproximado del 51% del total de producción agrícola, seguido por la producción de fruta como la fresa y el durazno, así pues, de los 20 productos que se cultivan en el municipio la fresa es el que mejor rendimiento genera por hectárea cultivada en relación con las toneladas cosechadas, seguido por la zanahoria y la papa.

La producción pecuaria, esta principalmente en la ganadería y la producción lechera lo que se encuentra en un punto medio de la actividad económica del municipio. El capital bovino se mantiene estable con un crecimiento modesto.

El diagnóstico socializado por la Alcaldía, evidencia que las actividades económicas del municipio están bien definidas, donde las actividades secundarias como lo son industria, comercio y construcción ocupan el 72% de la economía, y las actividades económicas primarias como lo son agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca aportan el 1.33% a la economía total del territorio.

Medio Ambiente

El municipio de Sopó cuenta con 40 nacederos de agua con propiedad privada, o del municipio, 38 sectores de quebrada en estados de intervención, o intermitencia, 2 ríos con desembocadura al río Bogotá (Río Teusaca) y al río Magdalena (Río Bogotá), 12 humedales con desembocadura a los ríos Bogotá, y Teusaca, así como al Laureles y mi padre Jesús.

La vegetación del municipio se encuentra en una ladera ideal, con todos los segmentos de la ecoclina más avanzada, como lo son: vegas y fondos de valle, colinas y pie de ladera, laderas

bajas, encenillal bajo, medio y alto, bosque de rodamonte, límite superior del bosque, subpáramo y páramo.

Atención a grupos vulnerables

Dentro de los programas ejecutados por el municipio se encuentra: (i) el programa de familias en acción, (ii) víctimas de conflicto armado, en donde existe entre otros un reconocimiento para la sostenibilidad integral el cual busca dar un reconocimiento social, dignificar oficios y formas de organización empresarial, que permitan la inclusión en el mercado productivo. (iii) pobreza y pobreza extrema, el cual garantiza el acceso a la oferta social del estado, de acuerdo a los datos consultados para este tipo de caracterización, esta población presenta una pequeña, representada en un 4% de falencia en el acceso a servicios públicos domiciliarios, es decir al acceso a fuente de agua mejorada, los cuales se encuentran dentro del 5% de los habitantes de los centros poblados y rural disperso.

Nivel de Ingresos

De acuerdo a los datos recolectados por el SISBEN 2018, los ingresos de una población de 8134 personas oscilan en un (1) salario mínimo legal vigente, 1319 personas reciben entre 1 a 2 s.m.l.v, 287 personas entre 2 y 3 s.m.l.v., y 330 personas reciben más de 3 s.m.l.v. (ALCALDIA DE SOPÓ, 2020)

Emprendimiento y Fortalecimiento Empresarial – Cires

Según el *Acuerdo 001 del 24 de abril de 2019*, el Centro de Incubación Regional de Empresas Sopó, apoya la redistribución del ingreso y apoya el mejoramiento social de los habitantes, a través de la entrega de micro créditos o capital semilla, igualmente gestiona la financiación de proyectos que sean catalogados como rentables y sostenibles en el tiempo, que sean de carácter productivo y/o de servicios, adicionalmente apoya el proceso de convivencia ciudadana, promoviendo el desarrollo económico local y empresarial, el mejoramiento de la competitividad, la promoción de la cultura, la educación, el turismo y la recreación, con avances de innovación en economía naranja y tecnologías dando soluciones diferenciadoras a través del

fortalecimiento empresarial a sus productos, servicios, procesos y gestión organizacional, que generen utilidades o beneficios en el municipio y la región, esto.

Las mujeres han sido favorecidas con el 75% de los proyectos, se han desarrollado proyectos para población víctima del conflicto, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los sopesos y superar la pobreza y pobreza extrema existente.

De acuerdo a las mesas de trabajo con los habitantes de sopo y para la formulación del Plan de desarrollo al 2023, se diagnosticó que existen fallas en la prestación del servicio por parte de la empresa de servicios públicos, pues no existe suficiente cobertura y abastecimiento de agua potable en el municipio.

Necesidad del producto

Una vez descrita y analizada la población y sus características, además de lo planteado dentro del plan de desarrollo del municipio; y el cual es referente principal para la evaluación del sector a atender, se evidencia que si existe una necesidad alta para brindar una alternativa de adquisición a bajo costo de un sistema de recolección de aguas lluvia, teniendo en cuenta que el abastecimiento del servicio de acueducto que existe, el cual no llega a la gran mayoría de sus pobladores, por la mala gestión y administración de recursos financieros entregados por parte del Gobierno al municipio; por otra parte a pesar de que la agricultura y la ganadería no gozan de un alto porcentaje de desarrollo como actividad económica primaria del municipio, si es la fuente principal de abastecimiento tanto de sus pobladores como de la gran mayoría de municipios colindantes dentro y fuera del departamento. Ahora bien, revisando las cifras presentadas por el municipio, en donde sus fuentes base de información fueron el DANE y el SISBEN, analizamos que teniendo una población al año 2020 de 28.999 habitantes, 8.347 pertenecen a la población rural¹, los cuales se encuentran ubicados en las diferentes veredas que conforman el municipio, y solo 6.663 de la población total gozan de agua potable por acueducto municipal, de allí podríamos determinar que de la población rural existente existe una gran posibilidad de brindar la alternativa del sistema descrito.

¹ La población rural en Colombia está conformada por los campesinos pobres, los pequeños, medianos y algunos grandes propietarios. También son pobladores rurales los pescadores, los artesanos y quienes se dedican a las actividades de la minería.

Desarrollo

Para el desarrollo de la alternativa se presenta varios escenarios, en los cuales, se inicia con la socialización y presentación de la propuesta a los pobladores del sector agrícola que se encuentran catalogados dentro de los pequeños agricultores² de la región, con ingresos desde un un (1) s.m.l.v., y los cuales no gozan aún de un sistema de acueducto y tampoco tienen un sistema de recolección óptimo para consumo, uso o riego. Por otra parte, se encuentra como segundo paso y alternativa la disminución de costos de materiales e instalación, la cual se obtiene a partir de la RSE (Responsabilidad Social Empresarial) que aplican muchas empresas y entidades gubernamentales y, que en nuestro caso se tiene identificada con la firma Prodensa con presencia en el departamento de Cundinamarca, igualmente brindando orientación a los pequeños agricultores para el beneficio de los programas que brinda el municipio.

Los pequeños agricultores realizarán en un gran porcentaje la construcción e implementación del sistema, esto con la idea de reducir costos de mano de obra, sin embargo, se brindará el acompañamiento de personal especializado en el tema de estudio de suelos, instalación y mantenimiento a bajo costo.

La ejecución de la alternativa, siempre contará con el acompañamiento tanto de sensibilización, capacitación desde sus inicios hasta la puesta en marcha y su mantenimiento.

Recursos y Finanzas

A continuación, presentaremos, los recursos y costos que se requieren para el desarrollo del proyecto. Dentro del tiempo estipulado contemplamos una ejecución de 9 meses, contando con la propuesta de Prodensa, los permisos necesarios por parte del municipio y las entidades correspondientes, así como al acto administrativo que celebre el cumplimiento del desarrollo de la obra.

²El Decreto 1071 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, dispuso en su artículo 2.1.2.2.8., modificado por el Decreto 2179 de 2015, que “*para los fines de la Ley 16 de 1990, se entenderá por pequeño productor la persona natural que posea activos totales no superiores a los doscientos ochenta y cuatro (284) SMMLV, en el momento de la respectiva operación de crédito. Deberá demostrarse que estos activos, conjuntamente con los del cónyuge o compañero permanente, no exceden de ese valor, según balance comercial aceptado por el intermediario financiero cuya antigüedad no sea superior a 90 días a la solicitud del crédito.*” Que el artículo 2.1.2.2.9. del decreto antes mencionado estableció que “*adicionalmente, para calificar como pequeño productor agropecuario la persona deberá estar obteniendo no menos de las dos terceras partes de sus ingresos de la actividad agropecuaria o mantener por lo menos el 75% de sus activos invertidos en el sector agropecuario, según el balance.*”

Costo administrativo

Para dar inicio a la implementación de la alternativa se requerirían costos iniciales de más o menos 68 millones de pesos, los cuales serían obtenidos través de préstamos bancarios y de aporte de capital en caso de una sociedad.

Es de anotar que los préstamos bancarios se obtendrían a un término de 60 meses

Tabla 5. Cálculo de préstamo

Monto		50.000.000	VALOR CUOTA	1.096.785
No. Pagos/año		12		
No. Periodos (cuotas)		60		
Tasa periódica		0,95%		
TABLA DE AMORTIZACIÓN				
No. CUOTA	VALOR CUOTA	INTERES	AMORTIZACION	SALDO
0	0	0	0	50.000.000
1	1.096.785	474.440	622.345	49.377.655
2	1.096.785	468.534	628.250	48.749.404
3	1.096.785	462.573	634.212	48.115.193
4	1.096.785	456.555	640.230	47.474.963
5	1.096.785	450.480	646.305	46.828.658
6	1.096.785	444.347	652.437	46.176.221
7	1.096.785	438.157	658.628	45.517.593
8	1.096.785	431.907	664.878	44.852.715
9	1.096.785	425.598	671.187	44.181.528
10	1.096.785	419.229	677.555	43.503.973
11	1.096.785	412.800	683.985	42.819.988
12	1.096.785	406.310	690.475	42.129.513
13	1.096.785	399.758	697.027	41.432.487
14	1.096.785	393.144	703.641	40.728.846
15	1.096.785	386.468	710.317	40.018.529
16	1.096.785	379.728	717.057	39.301.472
17	1.096.785	372.924	723.861	38.577.611
18	1.096.785	366.055	730.730	37.846.881
19	1.096.785	359.121	737.664	37.109.217
20	1.096.785	352.122	744.663	36.364.554
21	1.096.785	345.056	751.729	35.612.825
22	1.096.785	337.923	758.862	34.853.963
23	1.096.785	330.722	766.063	34.087.900
24	1.096.785	323.453	773.332	33.314.568
25	1.096.785	316.115	780.670	32.533.899
26	1.096.785	308.707	788.077	31.745.821
27	1.096.785	301.230	795.555	30.950.266
28	1.096.785	293.681	803.104	30.147.162
29	1.096.785	286.060	810.725	29.336.437
30	1.096.785	278.367	818.417	28.518.020
31	1.096.785	270.602	826.183	27.691.837
32	1.096.785	262.762	834.023	26.857.814
33	1.096.785	254.848	841.937	26.015.877
34	1.096.785	246.859	849.926	25.165.952
35	1.096.785	238.795	857.990	24.307.962
36	1.096.785	230.653	866.132	23.441.830
37	1.096.785	222.435	874.350	22.567.480
38	1.096.785	214.138	882.647	21.684.833
39	1.096.785	205.763	891.022	20.793.811
40	1.096.785	197.308	899.477	19.894.335
41	1.096.785	188.773	908.012	18.986.323
42	1.096.785	180.157	916.628	18.069.696
43	1.096.785	171.460	925.325	17.144.370
44	1.096.785	162.679	934.105	16.210.265
45	1.096.785	153.816	942.969	15.267.296
46	1.096.785	144.868	951.917	14.315.380
47	1.096.785	135.836	960.949	13.354.430
48	1.096.785	126.717	970.067	12.384.363
49	1.096.785	117.513	979.272	11.405.091
50	1.096.785	108.221	988.564	10.416.527
51	1.096.785	98.840	997.945	9.418.582
52	1.096.785	89.371	1.007.414	8.411.168
53	1.096.785	79.812	1.016.973	7.394.195
54	1.096.785	70.162	1.026.623	6.367.573
55	1.096.785	60.421	1.036.364	5.331.208
56	1.096.785	50.587	1.046.198	4.285.010
57	1.096.785	40.660	1.056.125	3.228.885
58	1.096.785	30.638	1.066.147	2.162.738
59	1.096.785	20.522	1.076.263	1.086.475
60	1.096.785	10.309	1.086.475	0

Fuente: Elaboración propia

Los 18 millones restantes se obtendrían por aportes de los socios participantes.

Tabla 6. Costos Administrativos

PROYECTO:		ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS A BAJO COSTO, PARA LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES DEL MUNICIPIO DE SOPÓ EN CUNDINAMARCA			
LIDERES :		SANDRA ACERO, NELSON VEGA Y HUGO ROMERO			
DURACIÓN DEL PROYECTO :		9 Meses			
Costos Mensuales	23.520.000		Presupuesto	67.920.000	
Costos Anuales	38.400.000		Riesgo	10.188.000	
Riesgo	15%		TOTAL	78.108.000	
Elemento	Tipo de Recurso	Tipo de unidad	Cantidad de recursos	Costos X unidad	Total Utilizado
SUELDOS					
Nómina	Recursos Humanos	Persona	4	2.000.000	\$ 8.000.000,00
PLATAFORMAS DE TRABAJO					
Computadores	Recursos Físicos	Unidad	4	\$ 4.000.000	\$ 16.000.000
Software	Recurso Intangible	Unidad	4	\$ 350.000	\$ 1.400.000
Papelería	Recurso Físico	Unidad	4	\$ 280.000	\$ 1.120.000
					\$ -
COSTOS INDIRECTOS					
Cafetería	Recursos Físicos	Unidades		\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Administraciones	Recurso financiero	Variable		\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Pólizas	Recurso Financiero	Variable		\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
Servicios Públicos	Recurso Financiero	Variable		\$ 1.700.000	\$ 1.700.000
OTROS					
Honorarios profesionales	Recurso Financiero	Variable		\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
Arriendo	Recurso Financiero	Variable		\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Viáticos	Recurso Financiero	Variable		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Publicidad	Recurso Financiero	Variable		\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Muebles y Enseres	Recurso Físico	Variable		\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
			TOTAL	\$ 48.030.000,00	\$ 67.920.000,00

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la tabla de costos administrativos, se describen tanto los tipos de recursos como sus valores, allí es importante aclarar que existen unos costos mensuales y unos anuales, los cuales bajarían en gran proporción su valor.

Costos para el pequeño agricultor

A continuación, y teniendo en cuenta los costos que generaría la implementación del proyecto para el pequeño agricultor, se presentan los valores que en el mercado actualmente se ejecutarían al implementar la alternativa, ahora bien, estos costos son representativos, pues como se ha explicado desde un inicio, a través de la RSE, de la firma Prodensa se obtendría si no es a un 100% s la mayor parte de los materiales, por otro lado, la mano de obra sino se obtiene a

través de los programas de emprendimiento del gobierno para los pequeños agricultores, serían valores que podría pagar los pequeños agricultores, teniendo en cuenta los datos de ingresos que han informado las principales entidades del estado.

Tabla 7. Costos de implementación del sistema de recolección

PROYECTO:		Acompañamiento a la instalación de un sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvias a la población de pequeños agricultores de el municipio de Sopó en Cundinamarca.			
LIDERES :		SANDRA ACERO, NELSON VEGA Y HUGO ROMERO			
Costos Directos	\$	564.100,00		Presupuesto	\$ 2.785.400
Costos Indirectos		10%		Riesgo	\$ 278.540
Reserva para Riesgo		10%		total	\$ 3.063.940
Elemento	Tipo de Recurso	Tipo de unidad	Cantidad de recursos	costos X unidad	Total Utilizado
Personal	Sueldo del lider	Jornada semanal	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Personal	Sueldo del obrero	Jornada semanal	1	\$ 250.000	\$ 250.000
Canaletas	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 174.900	\$ 174.900
Tubos PVC	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	2	\$ 5.100	\$ 10.200
Bomba de agua	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 134.900	\$ 134.900
Tanque	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 54.900	\$ 54.900
Pegante	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 63.900	\$ 63.900
tee	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	2	\$ 5.300	\$ 10.600
Codos	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	2	\$ 10.900	\$ 21.800
Taladro	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 79.900	\$ 79.900
Alambre	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 14.400	\$ 14.400
Mangueras	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Manguera perforada	Uso continuo durante el proyecto	Piezas	1	\$ 19.900	\$ 19.900
Diseño De obra	Entregable	planos	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Viáticos	Humano	Jornada semanal	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Imprevistos	Intangible		1	\$ 500.000	\$ 500.000
Papelería y otros		Entregables		\$ 100.000	\$ 100.000
			TOTAL	\$ 2.739.100,00	\$ 2.785.400,00
Observación: La estimación de estos valores para las diferentes actividades para la recolección de aguas lluvias se inicia con las visitas preliminares , se generan planos, cronogramas y se informó del alcance .					

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA

Dentro de los informes de gestión del municipio de sopó entre los años 2016 y 2017 se evidencia que, durante estas vigencias, la Empresa de Servicios Públicos de Sopó EMSERSOPO ESP, dando cumplimiento a los objetivos de su plan de desarrollo, aumentaron la cobertura de agua potable en 1 punto porcentual en el área rural del Municipio, realizada mediante la extensión de redes de acueducto para dar servicio. (GOV.CO, 2020), algo muy bajo teniendo en cuenta tanto la población rural como los recursos que ingresan para el desarrollo de dicho plan.

Igualmente, dentro de las metas planteadas por el municipio para tal fin, se estableció, la asignación de subsidios de acueducto, alcantarillado y aseo, así como la transferencia de las contribuciones hacia y desde el 100% de los prestadores de servicios públicos con el fin de beneficiar a la población de los estratos 1, 2 y 3 suscrita a los mismos, lo que se ha cumplido pero muy lentamente, como se describió en la caracterización realizada.

Por otra parte, desde el consejo colombiano de construcción sostenible se han referenciado estudios de caso sostenibles, en el cual específicamente y para el municipio de sopo, desde el año 2010 hacen referencia a la vivienda kubik verde, las cuales han sido diseñadas y construidas bajo el concepto de “casas pasivas”, las cuales preservan la biodiversidad del lugar través de calentadores solares, techos verdes, ventanería y muros en forma de iglú, estas viviendas cuentan con un sistema de recolección de aguas lluvia que sirven para baños y riegos.

Fuente: Texto por el Arquitecto Camilo Alvarado Boshell, Kubik Lab., Texto publicado en el Boletín del CCCS de noviembre de 2010.

La firma merkagreen, oferta dentro de los servicios ambientales, el diseño, montaje y puesta en marcha de sistemas para la captación, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de las aguas lluvias, con el fin de ser instalado en las casas, empresas y fincas donde se tenga un área techada que recoja el agua lluvia, que pueda ser aprovechada en los diferentes procesos que allí se desarrollan a un costo promedio de 7 millones de pesos.

Por lo anterior, y analizando los posibles competidores se evidencia que podría haber una competencia no comparativa, pues se trabajaría de manera transversal con empresas que deseen ahondar en el tema de RSE dentro del municipio y la colaboración con los programas del gobierno para poder incrementar los índices de cumplimiento de las metas de desarrollo en cuento a la ejecución de la entrega de beneficios a la población vulnerable, enfocados específicamente a los pequeños agricultores.

CONCLUSIONES

ASPECTOS NOVEDOSOS DESARROLLADOS EN EL PROYECTO DE GRADO

Entre los aspectos novedosos evidenciados, es un proyecto que sale de lo convencional teniendo en cuenta que presenta un *costo beneficio* para las partes involucradas, por un lado, se demuestra la responsabilidad empresarial de parte de los empresarios y entidades no gubernamentales, por parte del Gobierno Nacional y Local, la ejecución efectiva de los recursos destinados a proyectos que realmente atiendan las necesidades de un sector de la comunidad como los es la mitigación en la falta de agua potable para uso doméstico, en agricultura y ganadería, igualmente la inversión a bajo costo y exequible por parte de los pequeños agricultores al poder implementar un sistema de recolección de aguas lluvias.

Igualmente, poder obtener en donación o a bajo costo la mayoría de los materiales que se requieren para la construcción del sistema, esto evidencia un trabajo mancomunado entre varios sectores, donde igualmente es beneficiario el medio ambiente.

GRADO CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Se considera que los objetivos presentados tendrán un cumplimiento al 100%, en la medida como la propuesta se evidencie en su implementación hacia el sector seleccionado, y los actores que allí se involucren, considerando que el mercado actual propone estos sistemas de recolección a un costo superior al presupuestado, y teniendo en cuenta que la mayoría de los materiales serán obtenidos a través de la firma PRODENSA como donación o a bajo costo, lo que favorece la disponibilidad presupuestal por parte del pequeño agricultor en el momento de su adquisición.

Además, se debe tener en cuenta como variables que, actualmente el municipio no contempla dentro de su plan de desarrollo la implementación de estos sistemas, lo que conlleva a coadyuvar a presentar la propuesta para el estudio y asignación de recursos para su implementación a través del gobierno local.

METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS

La metodología utilizada fue cualitativa a través de búsqueda en internet, con análisis cualitativos de datos publicados por entidades gubernamentales y el municipio, igualmente con

un método visual de participación en campo por parte de uno de los integrantes del grupo (Nelson Vega).

LIMITACIONES DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto se llevará a cabo si y solo si se cuenta con los materiales y mano de obra que se puedan ofrecen a manera de contribución en donación por parte de la firma PRODENSA o de un aliado similar.

El proyecto va dirigido a la población de bajos o medianos recursos, que no tengan la capacidad de pago o endeudamiento de un sistema de recolección de aguas lluvias óptimo para uso doméstico, y de campo.

En el momento actual, la propuesta no se extenderá en áreas geográficas que se encuentren fuera de la cobertura a implementar.

Probablemente no se cuente inicialmente con el apoyo del Gobierno local, ni nacional o privados en un tiempo cercano, y la mayoría de los recursos y gastos de materiales surgirán con la auto financiación previamente concertada por los socios del proyecto.

El proyecto se limita en el aspecto de implementar un sistema de recolección y tratamiento de **aguas lluvias**.

PROYECCIONES Y POSIBILIDADES FUTURAS RELACIONADAS CON EL TEMA DESARROLLADO

Atender la necesidad de la mayor parte de los pequeños agricultores de la zona de Sopo y sus veredas aledañas.

Extender el proyecto a otros municipios de Cundinamarca en un mediano plazo.

Lograr ubicar a nivel Nacional, como uno de los mejores proyectos con características de responsabilidad social, empresarial y de emprendimiento entre el estado, la entidad privada y la población más vulnerable.

REFERENCIAS

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2006). Obtenido de El Programa Nacional De Caracterizacion De agua lluvia :

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/el-programa-nacional-de-caracterizacion-del-agua-lluvia>

AGRO NEGOCIOS. (18 de agosto de 2021). *SEPA CUÁLES SON LOS MEJORES SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS PARA RIEGO.* Obtenido de

<https://www.agronegocios.co/aprenda/sepa-cuales-son-los-mejores-sistemas-de-recoleccion-de-aguas-lluvias-para-riego-3218660>

ALCALDIA DE SOPÓ. (2020). *Diagnóstico Plan de Desarrollo 2020 - 2023.* Obtenido de

<https://www.sopo-cundinamarca.gov.co/publicaciones/37/identificacion/>

ANLA. (2022). *DECRETO 1541 DE 1978.* Obtenido de

https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/decretos/decreto_1541_de_1978_de_las_aguas_no_maritimas.pdf

ANTIOQUIA, I. U., & Corres, Avendaño, G. (octubre de 2019). *ENSAYO ACADEMICO, ESPECIALIZACION EN CONSTRUCCION SOSTENIBLE.* Obtenido de

https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2019/10/315_gustavo_correaaguas_lluvia.pdf

ARsGIS. (25 de noviembre de 2020). *MUNICIPIO DE SOPO.* Obtenido de [https://ago-item-storage.s3.us-east-](https://ago-item-storage.s3.us-east-1.amazonaws.com/58e0f7907303432391e242cd8c2b9fa5/MUNICIPIO_DE_SOPO.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEGkaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIDr5SwY00gc9dgNheq1Oi1z7dUFJLeiEuhPQns9rOHRQAiAKDkj5%2Bgqmeu1%2F%2F%2FQKCHMPDPp%2Bm57%2)

[1.amazonaws.com/58e0f7907303432391e242cd8c2b9fa5/MUNICIPIO_DE_SOPO.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEGkaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIDr5SwY00gc9dgNheq1Oi1z7dUFJLeiEuhPQns9rOHRQAiAKDkj5%2Bgqmeu1%2F%2F%2FQKCHMPDPp%2Bm57%2](https://ago-item-storage.s3.us-east-1.amazonaws.com/58e0f7907303432391e242cd8c2b9fa5/MUNICIPIO_DE_SOPO.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEGkaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIDr5SwY00gc9dgNheq1Oi1z7dUFJLeiEuhPQns9rOHRQAiAKDkj5%2Bgqmeu1%2F%2F%2FQKCHMPDPp%2Bm57%2)

AVATARENERGIA.COM. (s.f.). Obtenido de Recolección de agua de lluvia: Prácticas y beneficios: <https://www.constructoramelendez.com/novedades/noticias-del-sector/item/333-recolectar-agua-lluvia.html>

Ballen, Suarez, J. A., Galarza, Garcia, M. A., & Ortiz, Mosquera, R. O. (5 a 7 de Junio de 2006).

VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Água. Obtenido de HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA:

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf

BANCO MUNDIAL. (2 de septiembre de 2020). *Colombia: rica en agua, pero con sed de inversiones.* Obtenido de

<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/09/02/colombia-water-security>

CONAMA 10. (s.f.). *CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE.* Obtenido de

Captación de agua de lluvia, alternativa:

<http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/CT%202010/41008.pdf>

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL - CAR. (2020). *Concesión de Aguas*

Superficiales. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/1162>

Corporación Autónoma Regional - CAR de Cundinamarca. (22 de junio de 2019). *Así es el*

programa que, con gotas de lluvia, lleva vida a familias del campo. Obtenido de <https://www.car.gov.co/saladeprensa/asi-es-el-programa-que-con-gotas-de-lluvia-lleva-vida-a-familias-del-campo>

DAPRE - PRESIDENCIA. (24 de abril de 2019). *Decreto 673 del 24 de abril de 2019.* Obtenido de

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20673%20DEL%2024%20DE%20ABRIL%20DE%202019.pdf>

GOV.CO. (2020). *SOPÓ ES NUESTRO TIEMPO.* Obtenido de AGUA LIMPIA Y

SANEAMIENTO: <https://www.sopo-cundinamarca.gov.co/publicaciones/59/agua-limpia-y-saneamiento/>

INFOBAE. (13 de Mayo de 2021). *Abastecimiento de agua potable está en riesgo para Bogotá y municipios aledaños por falta de insumos.* Obtenido de

<https://www.infobae.com/america/colombia/2021/05/13/abastecimiento-de-agua-potable-esta-en-riesgo-para-bogota-y-municipios-aledanos-por-falta-de-insumos/>

- ISOTOOLS. (26 de abril de 2017). *ISO 20400: Nuevo estándar para la compra sostenible*.
Obtenido de <https://www.isotools.org/2017/04/26/iso-20400-nuevo-estandar-para-la-compra-sostenible/>
- MONGABAY. (23 de marzo de 2019). *Calidad, abastecimiento y saneamiento: los grandes retos del agua en Colombia*. Obtenido de ANTONIO JOSÉ PAZ CARDONA:
<https://es.mongabay.com/2019/03/colombia-estudio-nacional-agua-ideam/>
- Montes, M. P. (2009). *EIRD.ORG*. Obtenido de La Gestión del Agua Lluvia y la reducción de riesgos urbanos: <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/margarita-pacheco.pdf>
- Nacionales, D. d. (MAYO de 2012). *DANE*. Obtenido de Departamento Administrativo:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Flujos_agua.pdf
- Online Browsing Platform (OBP). (2016). *ISO*. Obtenido de ISO 37001:2016:
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:37001:ed-1:v1:es>
- QUESTIONPRO. (2022). *INVESTIGACION DE CONSUMIDORES*. Obtenido de Investigación de mercado: <https://www.questionpro.com/blog/es/estructura-de-un-estudio-de-factibilidad/>
- RAZON PUBLICA. (5 de septiembre de 2021). *¿Qué ha pasado con los recursos destinados al Acuerdo de Paz?* Obtenido de <https://razonpublica.com/ha-pasado-los-recursos-destinados-al-acuerdo-paz/>
- rockcontent. (31 de agosto de 2019). *Conoce los principales tipos de consultoría en las que tu negocio puede invertir para explotar su potencial*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/tipos-de-consultoria/>
- ROTOPLAS. (25 de junio de 2018). *¿Cómo funciona un sistema de captación de agua de lluvia?* Obtenido de <https://rotoplas.com.mx/como-funciona-un-sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia/>
- STUDOCU. (2018/2019). *Gestión de Proyectos Sostenibles en español v2*. Obtenido de 12. Los Estándares Soportes de los Proyectos Sostenible:
<https://www.studocu.com/co/document/universidad-ean/gestion-financiera/gestion-de-proyectos-sostenibles-en-espanol-v2/12058051>

Treehugger. (19 de Agosto de 2021). Obtenido de Una guía para principiantes sobre la recolección de agua de lluvia: <https://www.treehugger.com/beginners-guide-to-rainwater-harvesting-5089884>

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. (2014). *ESTUDIO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12615/Estudio%20-%20Responsabilidad%20Social%20Empresarial%20en%20Colombia.pdf;jsessionid=E47D450166A15B3D92A3331CAA503E43?sequence=2>