

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

SEDE REGIONAL CHOROTEGA

*CAMPUS LIBERIA*

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA HIDROLÓGICA

**ESTUDIO BÁSICO DE INGENIERÍA PARA LOS ACUEDUCTOS DE SAN  
BOSCO Y LOS OLIVOS, CABECERAS, LAS NUBES Y LA ESPERANZA PARA  
EL FORTALECIMIENTO DE ASADAS EN CABECERAS DE TILARÁN,  
GUANACASTE, COSTA RICA.**

AUTORA

CORINA GÓMEZ VARGAS

117000856

**LIBERIA, GUANACASTE**

ENERO, 2022.

## ACTA DE APROBACIÓN

El tribunal evaluador aprobó el trabajo final de graduación titulado:

**“Estudio básico de ingeniería para los acueductos de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza para el fortalecimiento de ASADAS en Cabeceras de Tilarán, Guanacaste, Costa Rica”.**

Como requisito para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería Hidrológica

Miembros del tribunal:

---

M.Sc. Dorian Chavarría López

---

ME.d. Wagner Castro Castillo

---

M.Sc. Erik Orozco Orozco

---

Ing. Oscar Ampie Bermúdez

---

Dr. Rolando Madriz Vargas

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por permitirme llegar a cumplir esta gran meta, toda la honra y la gloria se la debo a él.

Al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados por darme la oportunidad de crecer profesionalmente, ya que gracias principalmente al apoyo del equipo supervisor conformado por el Gestor Socioambiental Victor Chacón y el Ing. Oscar Ampie, fue posible llevar a cabo este proyecto.

A mi amada familia, en especial a mi madre Nielsy Vargas y mi padre Mainor Gómez (q.d.p), incluyendo también a mis amigos y a mi hermano Aarón Gómez que en muchas ocasiones han sido ese apoyo incondicional cuando más los necesitaba.

Por último, a todos los profesores que me compartieron de su conocimiento a lo largo de la carrera, el cual fue de gran aprendizaje.

## **RESUMEN**

El presente proyecto se llevó a cabo en las ASADAS de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza ubicadas en el distrito de Cabeceras de Tilarán, Guanacaste, Costa Rica, con el fin de fortalecer sus capacidades administrativas y técnicas para mejorar la calidad del servicio de agua potable a sus comunidades. Para esto se aplicó el diagnóstico (PME) para evaluar dichas capacidades, se realizó una evaluación de la infraestructura actual de los acueductos, se elaboraron los balances hídricos para conocer sus capacidades hídricas, se llevó a cabo el levantamiento de sus acueductos para ubicar geográficamente sus componentes y se confeccionaron afiches con temas relacionados a la gestión del agua que contribuyeron a consolidar la relación de la universidad con la sociedad, esto con el apoyo de FOCAES. Este estudio evidenció la situación actual de estas ASADAS e identificó los aspectos por mejorar para brindar el servicio de agua potable de manera sostenible en calidad, cantidad y continuidad.

## **ABSTRACT**

This project was carried out in the ASADAS of San Bosco and Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes and La Esperanza located in the district of Cabeceras de Tilarán, Guanacaste, Costa Rica, in order to strengthen their administrative and technical capacities to improve the quality of drinking water service to their communities. For this, the diagnosis (PME) was applied to evaluate said capacities, an evaluation of the current infrastructure of the aqueducts was carried out, the water balances were prepared to know their water capacities, the survey of their aqueducts was carried out to geographically locate their components and posters were made with issues related to water management that contributed to consolidate the relationship between the university and society, with the support of FOCAES. This study evidenced the current situation of these ASADAS and identified the aspects to be improved to provide the drinking water service in a sustainable manner in quality, quantity and continuity.

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción.....	3
1.2 Delimitación del problema.....	4
1.3 Justificación del proyecto.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Alcances.....	7
1.6 Limitaciones.....	7

### CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

2.1 Introducción.....	8
2.2 Área de estudio.....	9

### CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 Introducción.....	14
3.2 Aspectos teóricos.....	14
3.2.1 Fuente de abastecimiento.....	15
3.2.2 Obras de captación.....	15
3.2.3 Obras de conducción/aducción.....	15
3.2.4 Tratamiento del agua.....	16
3.2.5 Almacenamiento.....	16
3.2.6 Red de distribución.....	17
3.3 Herramientas de procesamiento utilizadas.....	17

### CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

4.1 Introducción.....	18
4.2 Estudio técnico.....	18
4.2.1 Proceso de producción.....	18
4.2.2 Inversión de equipamiento y costos.....	18
4.2.3 Localización.....	19
4.3 Estudio legal.....	19
4.4 Estudio ambiental.....	21
4.5 Estudio social.....	21
4.6 Estudio financiero.....	22

### CAPÍTULO V. METODOLOGÍA

5.1 Introducción.....	24
-----------------------	----

5.2 Tipo de investigación.....	24
5.3 Metodología de recolección de la información.....	25
5.4 Metodología general del proyecto.....	26
5.4.1 Diagnóstico de las ASADAS.....	27
5.4.2 Evaluación del estado de infraestructura actual de los acueductos .....	27
5.4.3 Balance hídrico para las ASADAS.....	28
5.4.4 Levantamiento de acueductos.....	29
5.4.5 Productos comunicativos.....	29
5.5 Presupuesto y cronogramas.....	29
5.6 Relación entre objetivos y diseño metodológico.....	30

## **CÁPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

6.1 Introducción.....	31
6.2 Diagnósticos Plan de Mejora y Eficiencia (PME).....	31
6.2.1 Diagnóstico PME ASADA Cabeceras.....	32
6.2.2 Diagnóstico PME ASADA La Esperanza.....	33
6.2.3 Diagnóstico PME ASADA Las Nubes.....	35
6.2.4 Diagnóstico PME ASADA San Bosco y Los Olivos.....	36
6.3 Evaluación del estado de infraestructura hidráulica actual de los acueductos.....	37
6.3.1 Evaluación del estado de infraestructura actual del acueducto de Las Nubes.....	37
6.3.2 Evaluación del estado de infraestructura actual del acueducto de Cabeceras.....	39
6.3.3 Evaluación del estado de infraestructura actual del acueducto de La Esperanza.....	42
6.3.4 Evaluación del estado de infraestructura actual del acueducto de San Bosco y de Los Olivos.....	44
6.4 Resultados de los balances hídricos.....	46
6.4.1 Balance hídrico de la ASADA de Las Nubes.....	46
6.4.2 Balance hídrico de la ASADA de Cabeceras.....	47
6.4.3 Balance hídrico de la ASADA de La Esperanza.....	49
6.4.4 Balance hídrico de la ASADA de San Bosco y de Los Olivos.....	50
6.5 Levantamiento de los sistemas de acueductos actuales de las ASADAS.....	52
6.5.1 Acueducto de Las Nubes.....	53
6.5.2 Acueducto de Cabeceras.....	54
6.5.3 Acueducto de La Esperanza.....	55
6.5.4 Acueducto de San Bosco y de Los Olivos.....	56
6.5 Entregables del proyecto FOCAES.....	57
6.6 Principales hallazgos.....	59
6.7 Discusión de los objetivos planteados.....	61
6.8 Discusión del diseño metodológico.....	62

## **CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1 Conclusiones.....	62
7.2 Recomendaciones.....	63
Referencias.....	65
Anexos.....	68

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

La concentración de la población y la actividad económica han creado zonas de alta escasez hídrica, no solo en las regiones de baja precipitación pluvial sino también en zonas en donde eso no se percibía como un problema al comenzar el crecimiento urbano, o con el establecimiento de la agricultura de riego. La competencia por el recurso es ya causa de conflictos de diferente intensidad y escala. Se presenta no solo entre usuarios de la misma comunidad sino también entre distintas comunidades o municipios, Estados e incluso en el ámbito transfronterizo (Becerra *et al*, 2006).

La falta de actualización de los marcos legales y regulatorios es generada por una débil gobernabilidad del agua en los países. La afectación de eventos hidrometeorológicos extremos influenciados por el cambio climático ocasiona que el papel de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) se convierta en un tema relevante de carácter mundial, ya que constantemente se requieren soluciones para resolver estos problemas. Con el empleo de esta herramienta se busca que el Estado, los gobiernos locales, los civiles y la industria velen porque exista una gestión sostenible del agua y porque haya un desarrollo integral de las regiones mediante procesos de descentralización de la gestión ambiental (GWP, 2013).

El acceso al agua potable en las zonas rurales y urbanas mejora los niveles de bienestar de las comunidades e incrementa su desarrollo socioeconómico. Por esta razón fueron creados los acueductos, debido a que su función principal es facilitar el acceso al agua mediante la construcción de obras de infraestructura hidráulica para ser conducida por medio de tuberías desde las fuentes hídricas (superficiales y subterráneas) hasta los consumidores. Sin embargo, hay que recalcar la importancia de que la administración de estos acueductos se haga de la mano con la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH), para así poder abastecer de agua de manera sostenida a las poblaciones actuales y futuras.

Este estudio está dividido en ocho capítulos. En el primero, el I, denominado introducción, se presentan la delimitación del problema, la justificación de realizar el proyecto y los objetivos del estudio, el general y los específicos. En el capítulo II se incluyen los antecedentes, en los que se detallan el área de estudio y las características de las cuatro ASADAS de que este se ocupa. El capítulo III, denominado marco teórico, incluye aspectos relevantes de tomar en cuenta que están relacionados a la infraestructura de los acueductos. El capítulo IV contiene los estudios de prefactibilidad, los cuales evidenciarán la viabilidad o no del proyecto. En el capítulo V se presenta la metodología empleada en el desarrollo del proyecto. En el capítulo VI se presentan los resultados con su respectivo análisis para

la discusión y en el capítulo VII se exponen las conclusiones alcanzadas y las recomendaciones del caso, y finalmente se agregan las referencias bibliográficas y los diferentes anexos que corresponden.

## **1.2 Delimitación del problema**

La realidad con respecto a la distribución del agua varía según la región, ya que se tienen fuentes superficiales y subterráneas con gran abundancia y, en el lado opuesto, con escasez extrema. Los casos en que se limita el acceso al agua pueden atribuirse a la distribución irregular del recurso, a deficiencias en la administración o a mala prestación en del servicio, vinculadas ambas causas a debilidades económicas y técnicas (GWP, 2013).

El proyecto como tal está situado en la zona alta de Tilarán, Guanacaste, la cual realmente no presenta escasez hídrica debido principalmente a su ubicación geográfica; no obstante, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) identificó una deficiencia en la administración del recurso hídrico por parte de las ASADAS de San Bosco, Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza.

En general, se desconoce el estado de la infraestructura de los acueductos de estas ASADAS. Por otro lado, se sabe que la ubicación geográfica de estos entes operadores se encuentran en un área relativamente cercana entre sí, por lo que según el informe N° DFOE-AE-IF-07-2013 del 30 de agosto de 2013 la Contraloría General de la República señaló los inconvenientes que resultan del alto grado de concentración de las ASADAS por distrito (14 distritos con 16 ASADAS en operación). A esto se le suma el hecho de que una gran cantidad de estas organizaciones comunales cuentan con menos de 100 servicios, lo cual no permite la sostenibilidad financiera requerida. También se detectaron poca presencia de los responsables, fiscalización débil y escasa participación de las instituciones responsables de la gestión del recurso en la zona en estudio. Hay que destacar también que la ASADA de Cabeceras se encuentra en su máxima capacidad hídrica para generar disponibilidades a los usuarios, lo que representa un problema para el desarrollo de la zona. Todas estas situaciones imposibilitan una adecuada distribución del recurso en calidad y cantidad necesarias para los usuarios.

Por otro lado, en la zona de Guanacaste los conflictos sociales por el agua ocurren de manera habitual como en gran parte del territorio nacional. Este tipo de conflictos se encuentran en distintas escalas, local, regional, de cuenca, etc.; conflictos que son causados por la desigualdad en la participación de los actores sociales y gubernamentales, pues actúan según sus propios intereses en el recurso hídrico. Es en esto en lo que la GIRH juega un papel fundamental en la sostenibilidad de este elemento; sin embargo, la situación es todo un desafío para la solución del problema. El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), por medio de la política de ASADAS, esperaría que el objetivo principal de este proyecto fuera que estas ASADAS se fusionen o se integren por medio del diseño de un nuevo acueducto que las interconecte, para así lograr que se asegure la

sostenibilidad del servicio de agua potable en la cantidad y la calidad necesarias para las comunidades.

### **1.3 Justificación del proyecto**

El abastecimiento de agua en Costa Rica es una parte fundamental en la lucha del Estado contra la pobreza, ya que esto genera beneficios innegables para el desarrollo de la población. El acceso al agua está ligado directamente a los indicadores de salud y de calidad de vida de los costarricenses (Política ASADAS, 2015). Sin embargo, las competencias en la gestión del recurso hídrico se encuentran fragmentadas y dispersas entre las diferentes entidades del Estado, lo que dificulta una gestión integrada y coordinada (GWP Centroamérica, 2016).

Es importante destacar también que los acueductos del Pacífico Norte se encuentran en una zona de alta vulnerabilidad ante las afectaciones del cambio climático, debido a que Costa Rica forma parte del corredor seco centroamericano. Por ello los eventos de sequía ocurren de manera habitual, a lo que hay que sumarle eventos de origen antropogénico (sobreexplotación, contaminación y mala distribución), lo cual trae consigo impactos negativos en la capacidad de carga de los ecosistemas sociales y ambientales. En esto es en lo que la resiliencia es fundamental en la capacidad de adaptación de las comunidades pertenecientes a los acueductos del Pacífico Norte, en donde la responsabilidad socioambiental desde el punto de vista de la GIRH, tanto de las comunidades como de las instituciones vinculadas con la gestión del recurso, se vuelve esencial para la implementación de nuevas metodologías que ofrezcan soluciones sobre cómo administrar la gota de agua en la zona.

El proyecto *Estudio básico de ingeniería para los acueductos de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza para el fortalecimiento de ASADAS en Cabeceras de Tilarán, Guanacaste, Costa Rica* busca proponer soluciones para problemas relacionados con la distribución del agua en la zona, mediante estudios hidrológicos e hidráulicos aplicados a las ASADAS de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza. No obstante, Cabeceras se encuentra en su máxima capacidad hídrica para ofrecer disponibilidad a los usuarios. Por otro lado, la ubicación geográfica de estas ASADAS y su cantidad de abonados inciden directamente en la economía de ellas y afecta el servicio de agua potable en cantidad y calidad en las comunidades. Por esta razón se requiere generar insumos acordes con las políticas institucionales de AyA, para integrar o fusionar a estas ASADAS. Por ende, se puede asegurar la sostenibilidad de la prestación del servicio en cantidad y calidad necesarias. Por lo tanto, se busca aportar un estudio básico que muestre la situación de esas ASADAS, con el fin de identificar aspectos por mejorar, con miras a generar un posible diseño de acueducto que integre y fortalezca las ASADAS en mención en el futuro, para lo cual será necesario viabilizar el proyecto desde los aspectos técnico, social, económico y ambiental, con el propósito de lograr mejorar las condiciones de la prestación del servicio en la zona.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar un estudio básico de ingeniería para los acueductos de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza para el fortalecimiento de ASADAS de Cabeceras de Tilarán, Guanacaste, Costa Rica.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Actualizar los diagnósticos de plan de mejora y eficiencia de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, a fin de conocer aspectos administrativos y técnicos con respecto a la calidad del servicio de agua en cantidad y calidad.
- Evaluar el estado actual de la infraestructura de los acueductos de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, con la finalidad de estimar el nivel de cumplimiento con base en la normativa del AyA.
- Elaborar los balances hídricos para las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, para así poder conocer su capacidad hídrica.
- Generar el levantamiento de los sistemas de acueductos actuales de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza para ubicar geográficamente sus componentes.
- Desarrollar productos comunicativos que consoliden la relación universidad y sociedad, y que así mismo contribuyan al fortalecimiento de la Federación de ASADAS del territorio de Abangares, Cañas, Bagaces y Tilarán.

Nota: Cabe destacar que el último objetivo se encuentra ligado al Programa de Extensión Universitaria denominado Fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico de la Federación de ASADAS del Territorio de Abangares, Cañas, Bagaces y Tilarán, mediante procesos participativos y metodologías científico-técnicas innovadoras para la toma de decisiones; esto con el fin de

optar por el Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Estudiantiles (FOCAES) de la Universidad Nacional Costa Rica para el desarrollo del proyecto.

### **1.5 Alcances**

Se busca que las ASADAS en estudio lleguen a un mutuo acuerdo para la resolución del conflicto por el agua ocasionado por la inadecuada gestión del recurso hídrico en la zona; esto mediante los procesos de sensibilización social.

El diagnóstico de la gestión administrativa de las ASADAS se basará únicamente en la actualización del Plan de Mejora y Eficiencia establecido por AyA que ha sido aplicado previamente en estas.

La información sobre la capacidad hídrica de cada ASADA en estudio se fundamentará en los resultados obtenidos de las hojas de cálculo del balance hídrico establecido por AyA.

Los productos comunicativos generados buscan comunicar información relevante sobre temas identificados como débiles en las ASADAS, para así poder mejorar a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

### **1.6 Limitaciones**

La poca o nula información de cada ASADA en su parte administrativa y de operación de los acueductos representa una dificultad en la ejecución del proyecto debido a que no cuentan con registros de aforos, demanda de agua, planos de tuberías, etc.

La pandemia del Covid-19 ha influido directamente en la obtención de información para evaluar la viabilidad social del proyecto, dado que se ha tenido que trabajar en este aspecto únicamente con los miembros de la junta directiva de cada ASADA.

## CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

### 2.1 Introducción

En el presente capítulo se abordan aspectos teóricos relacionados con el área de estudio para lo cual se muestran algunas características de la zona, como historia, coordenadas, climatología, hidrografía, cobertura vegetal, cobertura de uso de suelo, datos poblacionales, etc., para así poder tener un conocimiento general en términos espaciales de la zona.

Entre los años 1880 y 1900, factores como las minas de Abangares y la explotación de los bosques de cedro amargo provocaron la migración de habitantes, principalmente de San Ramón, Alajuela, Poás y Atenas, hacia Tilarán (INDER, 2015). Esta situación generó que con el pasar de los años cambiara un poco el entorno debido a esos factores y a que en la actualidad, según Araya-García (2005), prevalezca lo siguiente:

“Aquí los residentes se dedican a la ganadería y a la agricultura de café, tomate y chile, aunque en la actualidad dominan los servicios de restaurantes y hotelería, actividades que se relacionan con el incremento de la actividad turística. El turismo llega atraído principalmente por la gran biodiversidad, bellezas escénicas como el volcán y embalse de Arenal. Además, se crearon áreas de reserva forestal en los alrededores y parte de la región que forma parte del Área de Conservación Arenal (ACA)”.

El cantón de Tilarán ha tenido un aumento en su desarrollo poblacional, lo que ha traído consigo una evolución en su economía, que antes era basada únicamente en la ganadería y la agricultura. Sin embargo, en la actualidad se pueden encontrar en la zona fábricas de pintura, mueblerías, tenerías, industrias lecheras, acuicultura (tilapia) y venta de grandes construcciones de casas de retiro. Todo esto ha proporcionado, por ejemplo, que Tronadora se encuentre más susceptible a amenazas de origen antropogénico. El crecimiento ha generado una mayor tala de árboles para aumentar las áreas para la construcción de casas de lujo o por la ganadería extensiva, lo que podría traer consecuencias en la sedimentación de los ríos o facilitar la filtración de contaminantes a los mantos acuíferos, contaminación de aguas subterráneas por filtración de desechos fecales provenientes de las ganaderías o hidrocarburos, como lo sucedido en la gasolinera Arenal, contaminación por fuentes puntuales e impuntuales a la laguna Arenal. Conforme pasan los años y su población va en aumento existirá una mayor demanda y habrá más contaminación de un recurso tan importante como es el agua y los pobladores, en conjunto con los diversos ecosistemas propios de esta zona, se verán perjudicados en su calidad de vida.

En Tilarán el acceso al agua potable se realiza principalmente por medio de las ASADAS, aunque la Contraloría General de la República emitió un informe en el año 2015 en el cual se identifican las características que hacen vulnerables a las ASADAS para la prestación de un buen servicio de agua potable. Esto debido a que 62% de las ASADAS tienen menos de 150 abonados, situación que las hace no sostenibles financieramente por lo cual se les dificulta cumplir con la prestación de un servicio óptimo (Alfaro, 2021, citado por Fernández, 2021).

Tal es el caso de Cabeceras de Tilarán, lugar en el cual se encontró que cuatro ASADAS tienen deficiencias administrativas y operacionales para prestar el servicio de agua potable de manera sostenible a sus comunidades; debido a esto principalmente a su cercanía geográfica, lo que incide directamente en su cantidad de abonados.

## **2.2 Área de estudio**

Tilarán es el cantón de la provincia de Guanacaste, Costa Rica, que tiene un área de 638,39 km<sup>2</sup> y se encuentra en las coordenadas 10°25'57" latitud norte y 84°56'51" longitud oeste. Limita al norte con Guatuso, al oeste con Cañas, al este con San Carlos y al sur con Abangares, y tiene una densidad poblacional de 31,90 habitantes por kilómetro cuadrado (INDER, 2015). Tilarán está constituido por ocho distritos: Tronadora, Líbano, Tierras Morenas, Quebrada Grande, Tilarán, Arenal, Santa Rosa y Cabeceras.

Tiene una altitud media de 1000 msnm y su climatología está constituida por las características de la unidad fisiográfica continental de las cordilleras de Guanacaste y Tilarán, por lo que predomina el clima tropical húmedo. Cabe destacar que el tipo de suelo en Tilarán es andosol y este cantón pertenece a la región Pacífico Norte, que forma parte del régimen de precipitación del Caribe, con una precipitación media anual de 2085 mm, y con una temperatura de entre 27 y 17 °C; no obstante, en los sectores más elevados que se ven influenciados directamente por el Caribe puede precipitar alrededor de 3000 mm (MAG, 2015; Solano & Villalobos, s.f).

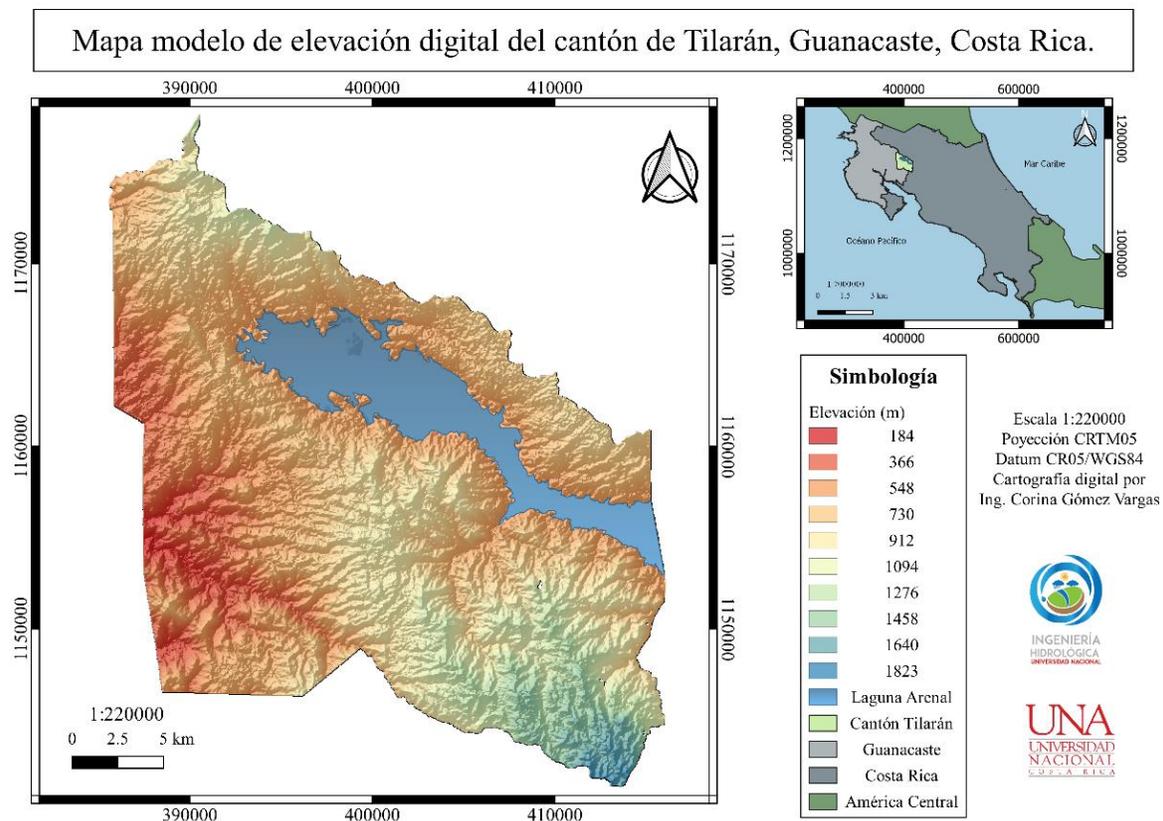
El Ministerio de Ganadería y Agricultura (2015) se refiere al aspecto climático:

“La distribución de la lluvia es irregular, alternándose una estación seca con una lluviosa. La estación seca es ligeramente marcada para los meses de febrero, marzo y abril, meses en los cuales el promedio de lluvia está por debajo de los 50 mm. A diferencia de la zona baja de la Región, los meses de diciembre y enero son lluviosos en Tilarán, debido a la influencia de los sistemas de viento que afectan la vertiente Caribe y que generan humedad y precipitación al pasar por la depresión que separa la Cordillera de Guanacaste del Volcán Arenal. La época lluviosa se extiende de

mayo a diciembre, con máximos de lluvia durante los meses de junio (294,5 mm) y setiembre (350,0 mm). Julio y agosto reportan un leve descenso en la cantidad de lluvia debido al efecto del “veranillo de San Juan y la canícula”, periodos durante los cuales se presentan varios días secos consecutivos. Al igual que el resto de la región, la zona se ve afectada frecuentemente por el fenómeno El Niño que prolonga el periodo seco hasta por ocho meses, causando severas pérdidas en el campo agropecuario, energético, hídrico y pesquero. La temperatura aumenta ligeramente durante este evento”.

Con respecto a su cobertura vegetal, las zonas de mayor elevación y pendientes pronunciadas en su mayoría son áreas boscosas, en gran parte bajo regímenes de protección debido a los servicios ecosistémicos que ofrece al cantón y al país en general. Por otro lado, con respecto a su cobertura de suelo, la actividad no forestal abarca mayor área, y en ella se incluyen pastizales y cultivos. Cabe destacar que durante los últimos años se han ido incrementando las áreas con cobertura forestal, tanto por la protección y regeneración de áreas como por el establecimiento de plantaciones forestales (INDER, 2015), en la figura 1 se puede observar el modelo de elevación digital del cantón de Tilarán.

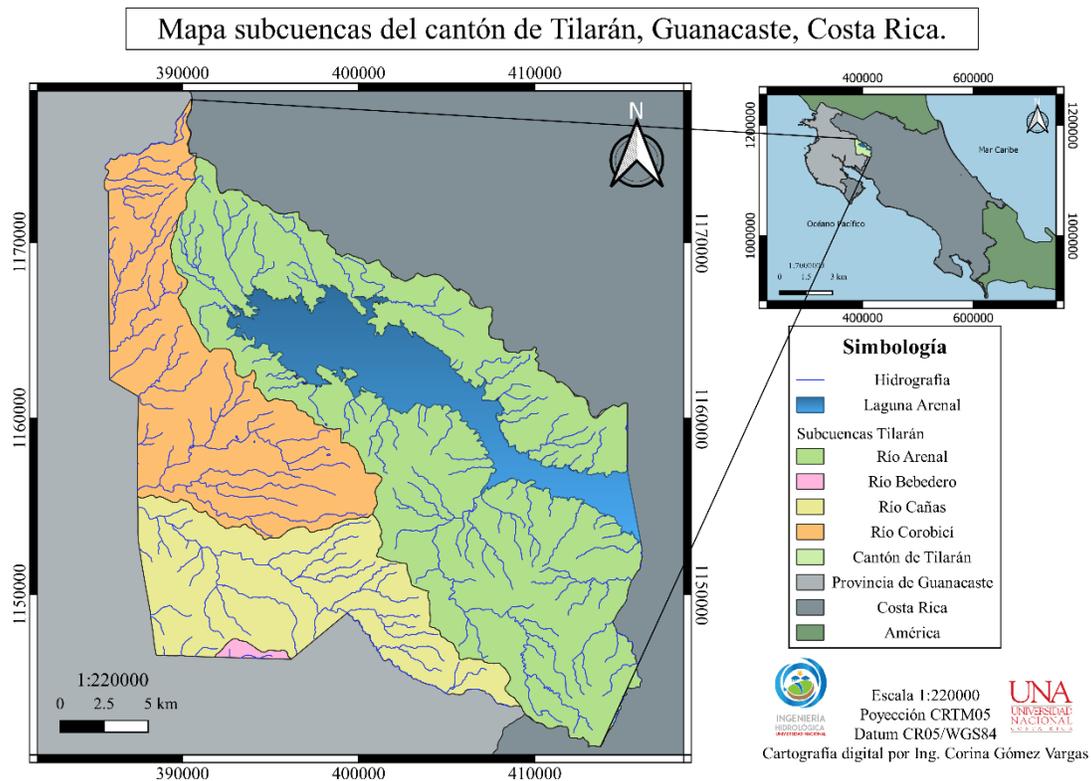
**Figura 1.** Modelo de elevación digital del cantón de Tilarán.



Fuente: Gómez, 2022.

La hidrografía del cantón de Tilarán se puede visualizar en la figura 2 y se divide en las vertientes del Pacífico Norte y del Caribe, la cuenca del río Bebedero pertenece al Pacífico Norte, la cual es drenada por el río Cañas, que se origina en la confluencia de las quebradas Tomos y Cañita. A ese río también se le unen los ríos San José y El Dos, lo mismo que los ríos Santa Rosa, Cacao, Sucio, Magdalena, Cabuyo, San Lorenzo, Corobicí y Tiquisque. Este último nace de la confluencia de los ríos Mayra y Madrigal, así como de los ríos Higuierón, San José y Jabilla. Todos estos presentan rumbo de noreste a suroeste. Los ríos Corobicí y Cañas y la quebrada Tomos son límites cantonales, el primero con Cañas y los otros con Abangares. A la vertiente del Caribe pertenece la cuenca del río San Carlos (IFAM, 2021). El área es drenada por el río Chiquito, el cual se origina en la confluencia del río Negro y la Quebrada Mora, lo mismo que por los ríos Tronadora, San Luis, Sábalo, Piedra, Aguacate, Dos Bocas, Mata de Caña; así como por el Caño Negro y su afluente San Gerardo. Estos cursos de agua, excepto el de los ríos Negro, San Gerardo y el Caño Negro, nacen en el cantón, y presentan un rumbo en varias direcciones hasta desembocar en la Laguna del Arenal. Los ríos Negro, San Gerardo y el Caño Negro son límites cantonales; los dos primeros con Abangares y el otro con San Ramón de la provincia Alajuela. Cabe destacar que la mayor superficie del embalse Arenal se ubica en el cantón (IFAM, 2021).

**Figura 2.** Hidrografía del cantón de Tilarán.



Fuente: Gómez, 2022.

Según los datos de población del censo del INEC respecto del cantón de Tilarán, según las proyecciones poblacionales del año 2020 había un total de 21 749 individuos con un factor de hacinamiento de 3.4 personas por unidad habitacional específicamente en el distrito de Quebrada Grande, de un total de 3064, que era el segundo distrito de mayor población. Sin embargo, cabe mencionar que durante el año 2020 se oficializó la creación del distrito de Cabeceras, por lo que aún no existe aún en los registros del INEC el dato justo de la proyección poblacional (INEC, 2020, citado por Chacón, 2021).

El presente proyecto se desarrolla acerca del distrito de Cabeceras de Tilarán el cual tiene una altura de 725 msnm. Las actividades socioeconómicas que predominan en esta zona son la ganadería, el cultivo de hortalizas y de café (INDER, 2015). Por otro lado, los habitantes del distrito de Cabeceras se abastecen de agua únicamente por medio de ASADAS y se pueden hablar de un total de ocho entes operadores. Con base en la información extraída directamente de las bases de datos de AyA, específicamente del Sistema de Gestión de ASADAS (SAGA), en la tabla 1 se muestra la cantidad de servicios que administra cada ente operador, de la población abastecida y de fuentes de abastecimiento.

**Tabla 1.** ASADAS, número de servicios, población abastecida y fuentes de abastecimiento en el distrito de Cabeceras

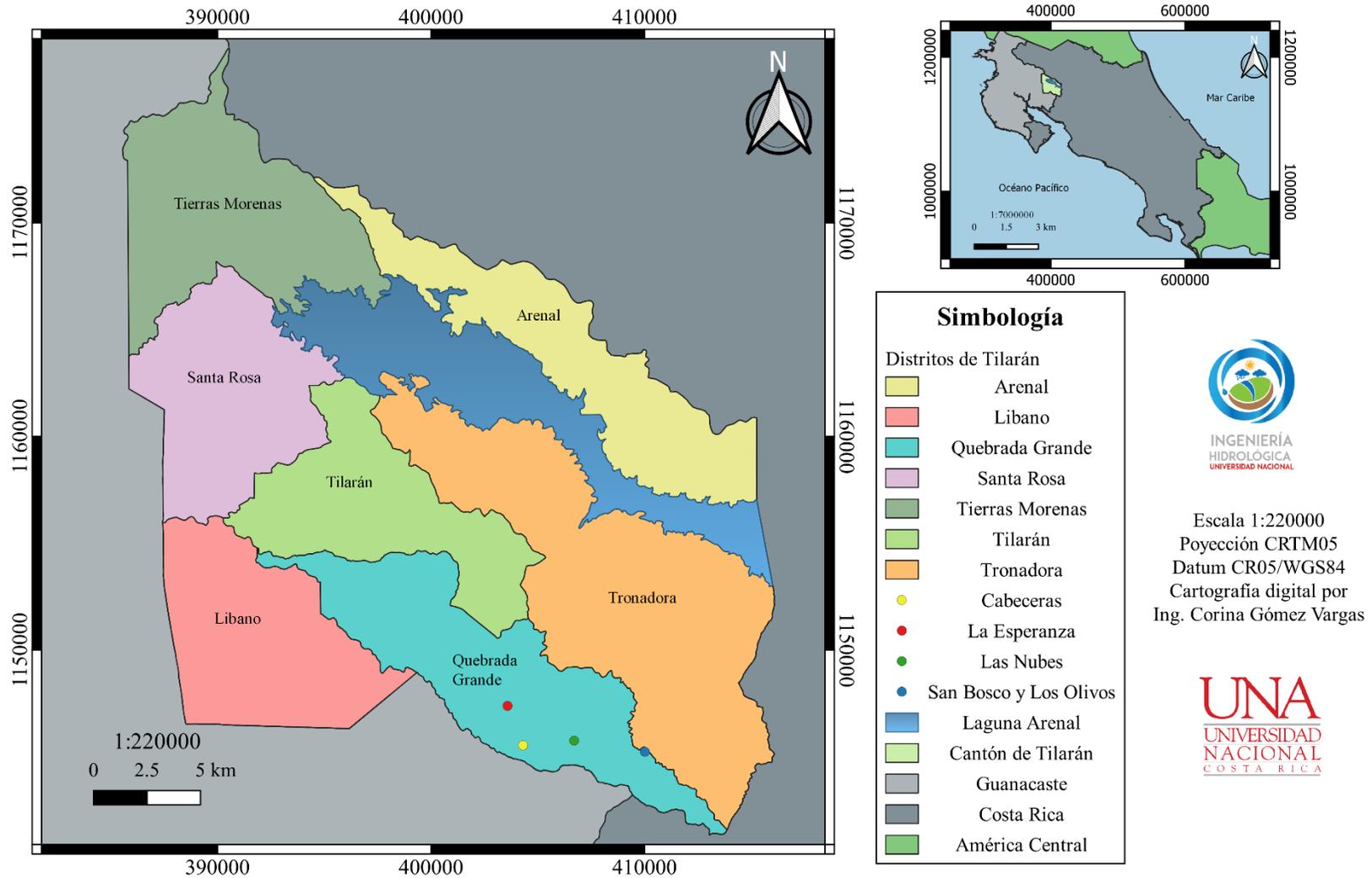
<b>Ente operador</b>	<b>Cantidad total de servicios</b>	<b>Población abastecida</b>	<b>Fuentes de abastecimiento</b>
San Bosco y Los Olivos	125	319.6	1 naciente
Las Nubes	50	173.4	1 naciente
Cabeceras	287	921.4	7 nacientes
La Esperanza	66	227.8	3 nacientes
El Dos San Ramón	52	176.8	-
El Dos	72	244.8	-
La Florida	88	299.2	-
Total	695	2363	-

Fuente: Chacón, 2021.

No obstante, para efectos de este proyecto solo se tomaron en cuenta las ASADAS de La Esperanza, San Bosco y Los Olivos, Cabeceras y Las Nubes, cuya ubicación geográfica se puede ver en la figura 3.

**Figura 3.** Mapa de las ASADAS La Esperanza, San Bosco y Los Olivos, Cabeceras y Las Nubes.

**Mapa ASADAS de Cabeceras, San Bosco y Los Olivos, La Esperanza y Las Nubes.**



Fuente: Gómez, 2021.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

### **3.1 Introducción**

El acceso al agua potable proporciona una mejor calidad de vida para los habitantes. Por esta razón fueron creados los acueductos con el fin de abastecer de agua a las comunidades. El acceso al agua y el desarrollo humano se encuentran estrechamente ligados, por lo que el diseño de estos acueductos debe contemplar muchas variables para que se pueda dar el servicio de manera sostenible en calidad, cantidad y continuidad.

Por lo dicho, en este capítulo se presentan conceptos importantes que permitan profundizar en la temática de los acueductos, y así se logre obtener un conocimiento más amplio de las variables que conforman este tipo de sistemas.

### **3.2 Aspectos teóricos**

En primera instancia, se define el concepto de ASADA como entes operadores locales conformados como asociaciones que, por medio de la delegación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), administran, operan, dan mantenimiento y desarrollan los sistemas de acueducto y alcantarillado en los lugares del país que AyA y las municipalidades tienen la capacidad de prestar el servicio de agua potable. Las ASADAS se constituyen en miembros de las comunidades beneficiadas reguladas por la Ley de Asociaciones, No. 218 del 8 de agosto de 1939 y su reglamento (Monge, Paz & Ovares, 2013).

Un sistema de acueducto se define como una obra de infraestructura hidráulica construida con el objetivo de facilitar el acceso al agua en una determinada área; esto mediante su movilización entre puntos. Los acueductos se contemplan como sistemas, por lo cual se deben conocer muy bien sus entradas y sus salidas. En este tipo de infraestructura se transporta el recurso principalmente a por medio de tuberías, canales, etc.; sin embargo, en ocasiones es importante incorporar obras adicionales como válvulas de presión, estaciones de bombeo, etc., que propicien un funcionamiento óptimo del sistema.

La funcionalidad de los sistemas de acueductos puede ser por medio de tuberías cerradas, a presión o por superficie libre. Por ello con el pasar de los años se han desarrollado tecnologías y materiales que han mejorado la disponibilidad de tuberías más resistentes ante altas presiones (Zamora, 2013).

Para efectos de este proyecto es importante conocer los diversos componentes que conforman un sistema de acueducto, por lo cual López (2003) manifiesta que, abarcando desde los elementos más complejos hasta los más sencillos, los elementos son los siguientes:

1. Fuente de abastecimiento.
2. Obras de captación.
3. Obras de conducción.
4. Tratamiento del agua.
5. Almacenamiento.
6. Red de distribución.

### **3.2.1 Fuente de abastecimiento**

El origen de la fuente puede ser superficial (ríos, quebradas, lagos, lagunas y embalses) o subterráneo (nacimiento y acuíferos). Estas fuentes deben cumplir con los requisitos establecidos por la normativa establecida para asegurar la permanencia del recurso. Por ejemplo, se deben realizar estudios hidrológicos para conocer las curvas de duración de los caudales o estudios hidrogeológicos en caso de ser fuentes subterráneas. Por otro lado, se deben realizar análisis de calidad del agua de dichas fuentes, para asegurar que se esté cumpliendo con los lineamientos mínimos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Zamora, 2013).

### **3.2.2 Obras de captación**

En las fuentes de abastecimiento de interés se construyen obras de captación y toma, y el tipo de infraestructura de captación dependerá de la fuente de abastecimiento. Para su adecuado dimensionamiento y funcionamiento óptimo es importante realizar cálculos del caudal por extraer desde las fuentes y contar con un desarenador. En este caso las fuentes de abastecimiento del área de estudio son nacientes, por lo que según la normativa de AyA el cálculo de caudal de una captación de nacimiento se realiza para periodos de 25 a 50 años. No obstante, el valor elegido dependerá del caudal del cuerpo de agua con respecto al caudal de diseño al plazo mayor posible, según la capacidad del cuerpo de agua en la época de estiaje y de acuerdo con la legislación vigente (AyA, 2017).

### **3.2.3 Obras de conducción/aducción**

Se construyen obras de conducción/aducción entre la captación, el sistema de desinfección y la red de distribución del agua. Estas movilizan aguas crudas o aguas que únicamente requieren desinfección, con el fin de conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hacia los consumidores del servicio. Según la normativa de AyA estas obras se diseñan tomando en cuenta un periodo de 25 a 50 años. Sin embargo, hay que destacar que el valor elegido debe ser igual al utilizado en la captación (AyA, 2017).

### **3.2.4 Tratamiento del agua**

La construcción de plantas potabilizadoras de agua o de tratamiento de un acueducto no siempre es indispensable debido a que el tratamiento mínimo es la desinfección del agua por medio de sistemas de cloración. Esto con el fin de eliminar organismos patógenos que puedan causar enfermedades. En Costa Rica para que el agua sea considerada potable se debe cumplir con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Salud mediante el Reglamento de Calidad de Agua, muestran los máximos admisibles de parámetros físicos, químicos y biológicos. Para esto se realizan muestreos en las fuentes, en el tanque de almacenamiento y en la red de distribución.

### **3.2.5 Almacenamiento**

El tanque de almacenamiento se encarga de almacenar y regular el agua en los períodos en los que la demanda es menor que el suministro, para que cuando exista una mayor demanda se pueda reducir el déficit producido, con lo cual se busca generar un equilibrio.

Según López (2003) las dimensiones del tanque de almacenamiento se deben basar en la necesidad de:

- Compensar las variaciones en el consumo de agua a lo largo del día.
- Contar con una reserva de agua para casos de incendio.
- Disponer de un volumen adicional de agua para casos de emergencia (accidentes, reparaciones, cortes de electricidad, etc.).
- Dar una presión adecuada a la red de distribución.

Castillo (2013) establece consideraciones para que el diseño no sea afectado por posibles fuentes de contaminación, además de que debe ser construido con un material impermeable y que resista los empujes presentes. Los accesorios mínimos que debe llevar son:

- Tubería de entrada y salida.
- Tapa de acceso protegida.
- Tubería de rebose
- Ventilación en la parte superior.
- Válvula de cierre en la entrada y la salida.
- Tubería para lavado y desagüe.

Según la normativa de AyA los tanques de almacenamiento se fabrican para un período de 25 años si los proyectos no son de desarrollo urbanístico. Sin embargo, se debe dejar prevista en el terreno el área para construir otro tanque de dimensiones similares. Estos se pueden diseñar por etapas cuando el volumen es mayor de 2000 m<sup>3</sup> (AyA, 2017).

### 3.2.6 Red de distribución

La red de distribución se encarga de llevar el agua hasta los consumidores en su última fase en calidad y cantidad necesarias. Esta se compone de un conjunto de tuberías. Cabe destacar que el tanque de almacenamiento y la red de distribución se unen por medio de la línea matriz, cuya función es movilizar el agua hacia los puntos de entrada de la red (López, 2003, citado por Zamora, 2013). Según la normativa de AyA al fabricar las tuberías de distribución se debe contemplar un período de 20 años (AyA, 2017).

Esta red de distribución puede contener los siguientes tipos de tuberías según su diámetro y la función que cumplan, por lo cual López (2003) establece lo siguiente:

- Red principal o matriz. Es el conjunto de tuberías con diámetro nominal mayor o igual a 300 mm (12 pulgadas). Es la red encargada de distribuir agua en las diferentes zonas de la población. Se deben garantizar caudales y presiones en esta red según las normas vigentes. No debe haber conexiones domiciliarias en esta red.
- Red secundaria. Es el conjunto de tuberías con diámetros menores a 300 mm pero mayores a 100 mm (4 pulgadas). Se abastece de las tuberías principales y alimenta a la red terciaria o menores. No debería hacerse ninguna conexión domiciliaria, excepto de consumidores con conexiones mayores de 75 mm (3 pulgadas).
- Red terciaria o menor. Es alimentada por la red secundaria y es la encargada de realizar las conexiones domiciliarias. Se compone de diámetros menores de 75 mm y el diámetro menor depende del uso del agua, aunque no debería ser menor de 37 mm (1.5 pulgadas).
- Conexión domiciliaria. Es la conexión que se realiza entre la red terciaria y cada predio. Sus diámetros van de 75 mm a 12.5 mm (media pulgada).

### 3.3 Herramientas de procesamiento utilizadas

Para efectos de este estudio se generarán insumos mediante los softwares: Qgis, Arcgis, Microsoft Excel 2020 y Canva Editor.

- A. Qgis y Arcgis.** Son sistemas de información geográfica que permiten la delimitación del área de estudio y la generación de mapas de ubicación.
- B. Microsoft Excel 2020.** Este por medio de hojas de cálculo permite realizar un mejor análisis y visualización de los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos en el estudio.
- C. Canva Editor.** Es un software que proporciona herramientas para el diseño gráfico de productos comunicativos.

## **CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

### **4.1 Introducción**

En un estudio de prefactibilidad de un proyecto se indaga primeramente sobre las principales variables que incidirán en su desarrollo, por lo que analizar esas variables es fundamental, ya que así se les da prioridad a las consideraciones que se deben tomar en cuenta antes de avanzar en la investigación. Para eso se proyectan escenarios de los que se presentarán en el futuro cuando el proyecto se encuentre en marcha, para así tomar decisiones tempranas con respecto a las necesidades actuales y eventuales. De esa forma, en este estudio se busca más que determinar si el proyecto es viable económicamente o si no lo es, pues se busca identificar razones que justifiquen la renuncia a alguna idea antes de que se destinen recursos para la ejecución del proyecto (Sapag *et al*, 2014)

En el presente capítulo se realiza el estudio de prefactibilidad del presente proyecto. Para esos efectos se elaboraron específicamente estudios de diferentes tipos: técnico, legal, ambiental, social y financiero; esto debido a que al tomar como referencia a Sapag *et al* (2014) se determinó que no se requería elaborar los nueve estudios propuestos por ese autor, dado que no es necesario un nivel tan detallado en un trabajo preliminar.

### **4.2 Estudio técnico**

En el estudio técnico se abordan los requerimientos y las características de tecnologías fundamentales para la determinación de las inversiones y de los costos que se derivan de ese estudio. En él se pueden identificar varias fases, como el proceso de producción en el cual se establece la forma en que se generan los insumos requeridos mediante una determinada tecnología. Luego se estima la inversión en equipamiento y en costos, lo cual consiste en determinar cuáles inversiones posibilitan la adquisición de los productos necesarios. Por otro lado, es importante tomar en cuenta el entorno del sitio de estudio y eso se realiza mediante su localización (Sapag *et al*, 2014).

#### **4.2.1 Proceso de producción**

Para la generación de los insumos necesarios para la obtención de resultados del proyecto se utilizaron las herramientas de preprocesamiento que se pueden indicar en la sección 3.3 de este capítulo del documento.

#### **4.2.2 Inversión de equipamiento y costos**

Para el desarrollo de este proyecto se consideró la necesidad de cubrir la inversión que se señala en el cuadro 1, que es la relativa al costo que será cubierto propiamente por la autora de este estudio:

**Cuadro 1.** Tecnología requerida y costo de ella

<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
GPS Garmin	1	€150.000
Computadora	1	€600.000
Canva Editor Premium	2 meses	€16.000
<b>Total</b>		<b>€766.000</b>

Fuente: Gómez, 2021.

#### **4.2.3 Localización**

El proyecto se localiza en el área ubicada entre los acueductos de Cabeceras, San Bosco y Los Olivos, La Esperanza y Las Nubes, ubicación que se logró establecer luego de analizar la problemática planteada para la cual se busca una solución. Esto se hace mediante un estudio básico de acueductos que genere información que permita elaborar un diseño que contribuya a interconectar dichos acueductos de manera conveniente para los fines del proyecto.

#### **4.3 Estudio legal**

Los principales conflictos presentados han surgido de la negativa de diversas poblaciones de reconocer la naturaleza jurídica de dominio público en el caso de los recursos hídricos. De esta manera, se ha pretendido considerar que el agua pertenece a las poblaciones de los lugares en donde se asientan las fuentes, por lo que se han negado a contribuir con la solución del problema y han obstaculizado por diversos medios el uso del agua para otras poblaciones que carecen del recurso. Se desconoce así que le corresponde al Estado determinar las prioridades del uso y el otorgamiento de las concesiones y autorizaciones respectivas, que están dentro de las facultades que le otorga el ordenamiento jurídico costarricense (AyA, 2013).

El marco legal que se presenta a continuación en el cuadro 2 señala las leyes y reglamentos relacionados de manera directa o indirecta con el proyecto, instrumentos legales que funcionan como herramienta para evaluar aspectos importantes de los diferentes acueductos, desde sus condiciones administrativas hasta sus condiciones de infraestructura.

## Cuadro 2. Marco legal relacionado con el proyecto

Marco legal	En relación con el proyecto	Definición
Ley de Aguas N°276	Todas las fuentes de abastecimiento de las cuatro ASADAS son nacientes.	<p>Artículo 1°. Son aguas de dominio público: las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de propiedad nacional y, en general, todas las que nazcan en terrenos de dominio público.</p> <p>Artículo 2°. Las aguas enumeradas anteriormente son de propiedad nacional y el dominio sobre ellas no se pierde ni se ha perdido cuando por ejecución de obras artificiales o de aprovechamiento sanitario se alteren o hayan alterado las características naturales.</p>
Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados N°2726	Creación de AyA.	<p>Artículo 1°. Con el objetivo de dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo y de resolver todo lo relacionado con el suministro de agua potable para todo el territorio nacional se crea el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.</p>
Ley y Reglamento de ASADAS N°32529-S-MINAE	Creación de las ASADAS.	<p>Artículo 3°. AyA, mediante convenio suscrito al efecto, previo acuerdo favorable de su Junta Directiva, podrá delegar la administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de acueductos y/o alcantarillados comunales (Convenio de delegación).</p>
Reglamento de Calidad de Agua Potable N°32327-S (2005)	Parámetros establecidos en términos de calidad de agua potable.	<p>Artículo 1°. El reglamento tiene por objetivo establecer los niveles máximos que deben tener aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua en beneficio de la salud pública.</p>
Norma Técnica de AyA N°2001-248	Sistemas de acueductos.	<p>Esta norma contempla los lineamientos por seguir para el diseño de acueductos de agua potable según AyA.</p>
Ley Forestal N.° 7575 (1997)	Delimitación de las áreas de protección.	<p>Artículo 33. Se declaran áreas de protección:</p> <p>a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros de modo horizontal.</p> <p>b) Una franja de quince metros en zona rural medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano y de cincuenta metros horizontales si el terreno es quebrado.</p> <p>c) Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.</p>
Ley de Hidrantes N.° 8641(2008)	Ninguna de las ASADAS en estudio cuenta con hidrantes.	<p>Artículo 2°. El desarrollo de la red de hidrantes, su instalación, operación y mantenimiento, serán responsabilidad de los operadores de los sistemas de distribución del servicio de agua potable, públicos o privados, según el área concesionada.</p> <p>Artículo 3°. Tarifas. El desarrollo de la red de hidrantes, su instalación, operación y mantenimiento deberán contar con las tarifas adecuadas, para lo cual la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos o la Contraloría General de la República, según sea el ente operador y administrador del sistema público o privado del acueducto, establecerá el monto de la tarifa para el desarrollo de esa actividad, que se incluirá en la estructura de precios que ese ente cobrará a sus clientes.</p>

Fuente: Gómez, 2021.

En referencia a lo planteado en el cuadro 1, se determinó que para el desarrollo del proyecto en el ámbito legal no se encontró ningún impedimento, por lo que presenta viabilidad legal para su ejecución.

#### **4.4 Estudio ambiental**

Para el caso de este proyecto se determinó la viabilidad ambiental tomando como referencia la actualización y unificación de las resoluciones N° 583-2008-SETENA y N°2653-2008 SETENA, relacionadas con las actividades, obras y proyectos (o AOP), que no requieren ser sometidas a un proceso de evaluación del impacto ambiental ante la SETENA; debido a su muy bajo impacto potencial. Específicamente, el artículo 5 menciona las actividades, obras o proyectos que no requieren evaluación de impacto ambiental, de los cuales se destaca: “Ampliación, remodelación, operación y mantenimiento de captaciones de agua y casetas de bombeo y su equipo en sistemas de distribución de agua y alcantarillado sanitario existentes”. No obstante, este trabajo se considera un estudio básico en el cual ninguna actividad llevada a cabo para la obtención de ese requisito puede generar ningún tipo de impacto ambiental potencial. Por esa razón no es necesario realizar un estudio de impacto ambiental (EsIA) y por ende el proyecto no genera la obligación de solicitar la viabilidad-licencia ambiental ante la SETENA para su ejecución; por lo tanto, se determina que el proyecto es factible para efectos de aprobación ambiental. Sin embargo, para una eventual ejecución de obras, por ejemplo, el reemplazo de diámetros de tuberías insuficientes y válvulas al menos se requerirá en un estudio de bajo impacto siendo que ya hay infraestructura construida.

#### **4.5 Estudio social**

En Costa Rica, según Rodríguez (2019), “los problemas de escasez, desabastecimiento y contaminación del agua, acompañados de un exceso de legislación inconexa, han favorecido en la última década en más de 134 conflictos por el agua en el país, por lo que existe la necesidad creciente de conciliar la competencia entre las demandas comerciales de los recursos hídricos con el fin de que las comunidades tengan lo suficiente para satisfacer sus necesidades”.

Por lo tanto, es importante analizar el impacto social que puede atribuirse a las diferencias entre las comunidades beneficiarias del posible nuevo acueducto, situaciones que ocasionan alteraciones en las interrelaciones entre las entidades gubernamentales y los grupos de interés involucrados, debido a que buscan regular la distribución del agua disponible con un interés propio. No obstante, para el caso de las ASADAS de Cabeceras, San Bosco y Los Olivos, La Esperanza y Las Nubes, preliminarmente se ha conocido su percepción del proyecto en cuatro

reuniones individuales. Estas se realizaron con la presencia únicamente de las juntas directivas correspondientes de cada ASADA, el gestor socio-ambiental del AyA y el autor.

En dichas reuniones se abordaron temas de evaluación con respecto a aspectos administrativos y técnicos, con el fin de calificar el servicio de agua en cantidad y calidad. También se hizo la presentación del proyecto y se aclararon las dudas generadas por los miembros de las juntas directivas. En este diálogo se logró identificar una aceptación positiva del proyecto por parte de las cuatro juntas directivas, ya que estas reconocen sus capacidades administrativas y operacionales y han reconocido deficiencias principalmente en su infraestructura y economía, lo que imposibilita prestar un adecuado servicio de agua potable. Por lo tanto, un proceso de fusión o integración de ASADAS en la zona de Cabeceras vendría a solventar muchos de los problemas en la distribución del agua, tomando en cuenta el presente y el futuro, para mejorar las condiciones de acceso al agua potable que propicien un mejor desarrollo de los sistemas socioeconómicos.

#### **4.6 Estudio financiero**

El completo conocimiento de los recursos humanos, como materiales y capital, es fundamental que sea conocido por los investigadores, debido a que esto facilita que en la planificación del presupuesto se tomen en cuenta todos los aspectos necesarios para ejecutar el proyecto. Por esto es importante separar los costos directos, que son aquellos relacionados con las inversiones y denominados como gastos de capital, de los costos indirectos que no se pueden asociar propiamente con los gastos de un proyecto específico, ya que pertenecen a particularidades de la actividad general de la entidad, como por ejemplo reparaciones generales, mantenimiento, salario de personal de apoyo y servicios, electricidad, agua, gas, entre otros (Hernández & Fernández, 2018).

Para una mejor comprensión por parte del lector en el cuadro 3 se detallan las actividades tomadas en cuenta para la ejecución del proyecto. Este incluye los costos directos e indirectos correspondientes a cada una de ellas.

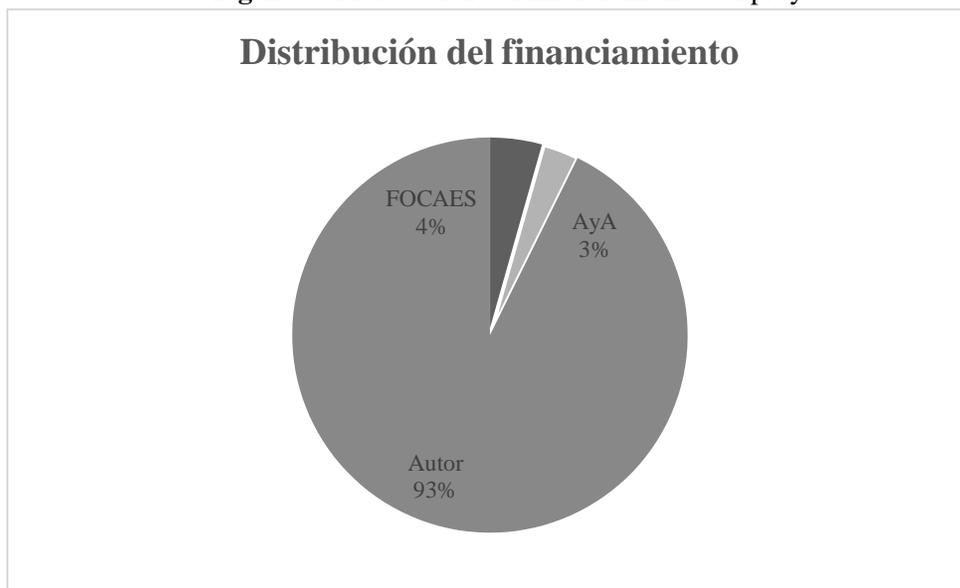
**Cuadro 3.** Presupuesto global del proyecto.

<b>Categoría de costo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Monto total</b>
Directos	Materiales para las giras	Material físico interactivo	€91,500	-	€91,500
	Equipo de protección personal	Botas de hule	€20,000	1	€20,000
	GPS Garmin	Datos coordenadas geográficas	€150,000	1	€150,000
	Cintas métricas	Mediciones	€18,000		€18,000
	Computadora	Procesamiento de datos	€600,000	1	€600,000
	Canva Editor Premium	Confección afiches	€16,000	1	€16,000
Indirectos	Alimentación giras de campo más de 6 horas	-	€10,000	5	€50,000
	Alimentación giras de campo menos de 6 hrs	-	€5,000	9	€45,000
	Transporte giras de campo	Vehículo del AyA u personal	€20,000	10	€200,000
	Servicios profesionales	Ingeniería Hidrológica	€567 118.50	8 meses	€5 536 948
<b>Total</b>					<b>€5 735 440</b>

Fuente: Gómez, 2021.

Cabe destacar que los costos relativos al proyecto son financiados por el AyA, FOCAES y la autora; por consiguiente, en la figura 4 se muestra la distribución del financiamiento de cada parte involucrada en la ejecución del proyecto.

**Figura 4.** Distribución del financiamiento del proyecto.



Fuente: Gómez, 2021.

Como conclusión del presente capítulo, según los estudios de prefactibilidad técnico, legal, ambiental, social y financiero realizados para la ejecución del proyecto, no se encontró ningún impedimento referente a tales aspectos que lo imposibilite.

## **CAPÍTULO V. METODOLOGÍA**

### **5.1 Introducción**

En este capítulo se abordan los aspectos metodológicos que se emplearon en el desarrollo de este proyecto. Estos se establecieron en relación con los objetivos planteados, con el fin de obtener resultados óptimos. En primera instancia se define el tipo de investigación y posteriormente se explica la metodología empleada para la recolección de información y la del proyecto como tal; y por último se presentan el presupuesto y los cronogramas elaborados para la ejecución del proyecto.

### **5.2 Tipo de investigación**

Según las variables analizadas estas se categorizaron como mixta debido a que contemplan la naturaleza de la investigación documental y la investigación de campo (Zorrilla, 1993 citado por Pérez, 2017). Para efectos del proyecto se toman en cuenta variables cuantitativas y cualitativas que se

obtuvieron principalmente mediante giras de campo e investigación documental, como por ejemplo en el caso de la recolección de información sobre cada ASADA en estudio, lo cual se hizo mediante la herramienta del Plan de mejora y eficiencia de AyA, que propicia información cualitativa, y según el desarrollo del balance hídrico establecido por AyA el cual genera datos cuantitativos, por lo que este enfoque permite obtener resultados más completos y de mayor validación.

### 5.3 Metodología de recolección de la información

Mediante el trabajo de campo se realizaron las visitas a cada una de las ASADAS en estudio y se recolectó información cualitativa para conocer el estado del servicio en calidad y cantidad, y obtener los datos cuantitativos necesarios para realizar el estudio básico de los acueductos; todo esto utilizando herramientas proporcionadas por AyA.

Debido a la importancia de las visitas de campo para la recopilación de información se programaron nueve giras de campo al distrito de Cabeceras, en las cuales se buscó celebrar reuniones con las juntas directivas y realizar la inspección ocular del estado de la infraestructura de cada ASADA. Por otro lado, también se indicó la fecha de entrega de resultados preliminares en una reunión conjunta con las cuatro ASADAS en estudio, fechas que se pueden observar en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Giras de campo realizadas

Gira	Fecha	ASADA
1	13/5/2021	Cabeceras
2	20/5/2021	Las Nubes
3	27/5/2021	La Esperanza
4	10/6/2021	San Bosco y Los Olivos
5	15/7/2021	La Esperanza
6	29/7/2021	Las Nubes
7	20/8/2021	San Bosco y Los Olivos
8	24/9/2021	Cabeceras
9	28/10/2021	Cabeceras
10	19/11/2021	San Bosco y Los Olivos

Fuente: Gómez, 2021.

La información obtenida se generó de manera primaria y secundaria para que al final se complementen entre ambas. A partir de las fuentes primarias se recopilaron los siguientes datos:

- Levantamiento de información de campo de las ASADAS en estudio.
- Información facilitada por las juntas directivas de las ASADAS.
- Recopilación de información de la encuesta del INEC.
- Datos recopilados del programa SAGA, diagnóstico (PME).
- Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial de AyA.
- Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS).
- Reglamento sobre la prestación de los servicios de AyA.

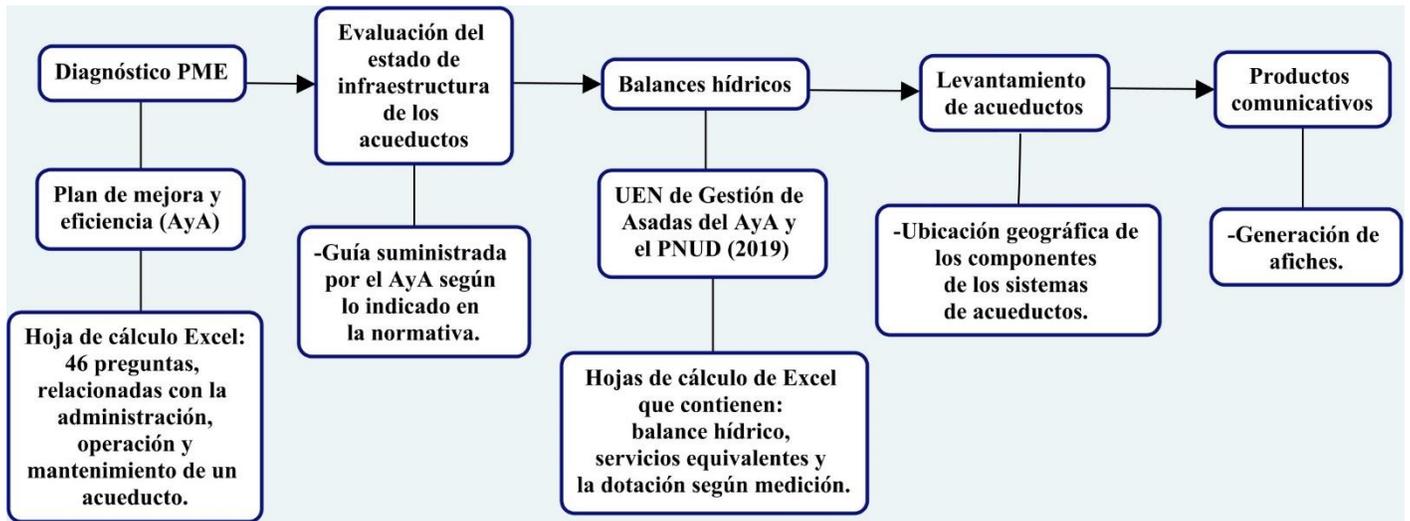
Como fuentes secundarias se contó con los documentos que contuvieran:

- Información adicional que complemente la información sobre acueductos y su relación con la GIRH, para que funcionen como insumos para elaborar el presente proyecto.

#### **5.4 Metodología general del proyecto**

Este insumo se basó en utilizar metodologías suministradas principalmente por AyA que contribuyan a consolidar la relación de la Universidad Nacional Costa Rica con la sociedad, y así poder identificar las fortalezas y debilidades en los niveles operacional, administrativo y estructural de los acueductos de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, con el fin de fortalecer las ASADAS en estudio. En la figura 5 se presenta de manera sintetizada la metodología utilizada en este proyecto.

Figura 5. Metodología.



Fuente: Gómez, 2021.

#### 5.4.1 Diagnóstico de las ASADAS

El diagnóstico de cada ASADA se hizo mediante la aplicación del “Plan de Mejora y Eficiencia” elaborado por AyA. Este consiste en una hoja de cálculo cuyo ejemplo se puede observar en los anexos 1 y 2. Esta se basa en la filosofía de la mejora continua, y esto se realiza mediante el análisis de 46 variables que se encuentran dentro de cinco ejes temáticos integrales relacionados con la administración, operación y mantenimiento de un acueducto. Estos se pueden observar en el anexo 2 y se evalúan en un cuestionario de autoevaluación (diagnóstico) para obtener una caracterización de cada ASADA en estudio. El ejemplo de esto se puede observar en el anexo 2. Posteriormente se genera un plan en el que se contemplan las variables identificadas que se deben priorizar para su mejoramiento. Cabe destacar que este plan se ejecuta mediante el compromiso de establecer fechas y asignar responsables para obtener la mejora esperada.

#### 5.4.2 Evaluación del estado de la infraestructura actual de los acueductos

Para efectos de la inspección ocular del estado de la infraestructura actual de cada sistema de acueducto se utilizará una guía suministrada por AyA en la que se contemplan los aspectos de diseño por comparar, con los requisitos técnicos y constructivos establecido según la normativa técnica de AyA, para evaluar detalles de infraestructura, operación y eficiencia.

### 5.4.3 Balance hídrico de las ASADAS

Esta herramienta fue elaborada en el año 2019 por la UEN de Gestión de ASADAS de AyA y el PNUD, dentro del marco del Proyecto de Fortalecimiento de Acueductos Comunales, y se puede observar en el anexo 4. Esto con el objetivo de que las ASADAS que no puedan contar con estudios técnicos para determinar su balance hídrico (que tiene que ser aprobado por las Oficinas Regionales de Acueductos Comunales (ORAC) utilicen esta herramienta para poder conocer su capacidad hídrica y determinar si es posible crear nuevos servicios. Por el contrario, el sistema identifica la necesidad de buscar nuevas fuentes de abastecimiento que puedan ser interconectadas al acueducto. Cabe destacar que esta herramienta se basa en hojas de cálculo de Excel compuestas por tres hojas de trabajo que contienen: balance hídrico, servicios equivalentes y la dotación según medición. Tal herramienta será la utilizada para obtener los balances hídricos de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, La Esperanza y Las Nubes, ya que estas no pueden contar con un estudio técnico para su determinación. Es importante realizar un análisis de la situación de las fuentes de abastecimiento para cada ASADA, y posteriormente a la obtención de los balances hídricos. Para esto es fundamental realizar los aforos de cada una de las nacientes utilizadas por las ASADAS en estudio mediante el método de aforo volumétrico, el cual según Villón (2015) establece lo que sigue:

Consiste en hacer llegar la corriente a un depósito o recipiente de volumen conocido **V**, y medir el tiempo **T** que tarda en alcanzarse dicho depósito. Para calcular el caudal el procedimiento es el siguiente:

- Calcular o medir el volumen del depósito o recipiente (V).
- Con un cronómetro, medir el tiempo (T) requerido para el depósito.
- Calcular el caudal con la ecuación:

$$Q = \frac{V}{T}$$

En que:

Q: caudal en l/s o m<sup>3</sup>/s.

V: volumen del depósito en L o m<sup>3</sup>.

T: tiempo en que se llena el depósito en s.

Para efectos de los aforos empleados en este proyecto se utilizaron un balde con un volumen de 5.96 L y el cronómetro del teléfono celular.

#### 5.4.4 Levantamiento de acueductos

Se hará el levantamiento de los principales componentes de cada sistema mediante la utilización de la aplicación *Mobile Topographer*; esto con el fin de elaborar los mapas de ubicación geográfica de la condición actual de los acueductos de cada ASADA y mediante el sistema de información geográfica Qgis.

#### 5.4.5 Productos comunicativos

A partir de las reuniones con las juntas directivas de cada ASADA y de acuerdo con la información recopilada se encuentra la necesidad de informar a las comunidades sobre aspectos en los cuales se muestra una debilidad en conocimiento, por lo que se propone la confección de afiches mediante el software Canva Editor que serán entregados a cada ASADA en estudio. Estos afiches abarcan aspectos relacionados con las áreas de protección de las nacientes según la normativa costarricense. De ahí la importancia de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico y el Protocolo de integración o fusión de ASADAS dirigido por AyA. Todo esto con el objetivo de que se pueda generar un cambio positivo a fin de contar con un acueducto integral, que funcione de manera óptima y que propicie la sostenibilidad del servicio de agua en calidad y cantidad.

#### 5.5 Presupuesto y cronogramas

Se elaboró un cronograma en cual se contemplan las partes del documento escrito del proyecto y se muestra su ruta crítica. Este se puede observar en la figura 6.

**Figura 6.** Ruta crítica del proyecto.

Desarrollo PFG semana/día	Mayo					Junio					Julio					Agosto					Setiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre					Enero			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4						
Redacción del ante proyecto																																												
Diagnóstico PME																																												
Inspección ocular del estado de infraestructura de los acueductos																																												
Balances hídricos																																												
Mapas de los acueductos																																												
Productos comunicativos																																												
Redacción final del proyecto																																												

Fuente: Gómez, 2021.

Por otro lado, el presupuesto del proyecto es presentado en la sección 4.6 del documento. En este se detallan los costos indirectos y los directos, para un total de ₡5 735 440 de inversión, la cual será financiada por AyA, FOCAES y la autora del estudio.

### 5.6 Relación entre objetivos y diseño metodológico

Para mostrar de manera más detallada y que se logre una mejor comprensión de parte del lector en el cuadro 5 se puede visualizar la relación que existe entre los objetivos del proyecto y la metodología planteada para su respectiva ejecución.

**Cuadro 5.** Relación entre objetivos y metodología.

Objetivo	Método	Tiempo de obtención
Actualizar los diagnósticos de plan de mejora y eficiencia de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, a fin de conocer aspectos administrativos y técnicos con respecto a la calidad del servicio de agua en cantidad y calidad.	Cuatro giras de campo con el fin de reunirse para la aplicación del instrumento PME del AyA.	13 May 2021-10 Jun 2021
Evaluar el estado actual de la infraestructura de los acueductos de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, con la finalidad de estimar el nivel de cumplimiento con base en la normativa del AyA.	Cinco giras de campo para realizar la inspección ocular del estado de infraestructura de los acueductos por medio de la aplicación de la guía del AyA.	15 Jul 2021-28 Oct 2021
Elaborar los balances hídricos para las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, para así poder conocer su capacidad hídrica.	Cuatro giras de campo para aforar las nacientes y la información suministrada por el estudio de Hidrogeotecnia S.A para elaborar los balances hídricos con la herramienta del AyA.	1 Nov 2021-10 Ene 2022
Generar el levantamiento de los sistemas de acueductos actuales de las ASADAS San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza para ubicar geográficamente sus componentes.	Cuatro giras de campo para la toma de puntos geográficos de los sistemas de acueductos mediante la aplicación Mobile Topography generación de mapas de ubicación por medio de Qgis.	15 Jul 2021-28 Oct 2021
Desarrollar productos comunicativos que consoliden la relación universidad y sociedad, y que así mismo contribuyan al fortalecimiento de la Federación de ASADAS del territorio de Abangares, Cañas, Bagaces y Tilarán.	Confeción de aiches relacionados al recurso hídrico con el apoyo del Fondo para el fortalecimiento de las capacidades estudiantiles (FOCAES) de la Universidad Nacional Costa Rica.	14 May 2021- 22 Nov 2021

Fuente: Gómez, 2021.

## CÁPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Introducción

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos según el orden metodológico establecido previamente, guiados principalmente por los resultados de las visitas o giras de campo planteadas. Por medio de estas se logró recolectar la información sobre las ASADAS en estudio, información que fue necesaria para la elaboración del diagnóstico del Plan de Mejora y Eficiencia (PME); lo mismo que para la determinación de los respectivos balances hídricos, la inspección ocular del estado de infraestructura de los sistemas de acueductos y la confección de productos comunicativos acerca de temas por reforzar en las comunidades en relación con la gestión del agua. Es importante mencionar que los resultados se abordarán en orden cronológico, debido a que la ejecución de cada uno permite una evolución en el desarrollo del proyecto, en la que cada objetivo es base para llevar a cabo el siguiente.

### 6.2 Diagnósticos del Plan de Mejora y Eficiencia (PME)

La aplicación de este diagnóstico suministrado por AyA se hizo en las primeras reuniones con cada ASADA, con el fin de caracterizarlas y conocer sus capacidades tanto administrativas como operacionales, y lograr así determinar los ejes temáticos por mejorar. Según el resultado de este diagnóstico que evalúa aspectos de gestión comercial, gestión comunal, gestión ambiental y de recurso hídrico; gestión de sistemas de agua, gestión administrativa y financiera y gestión de saneamiento, se ubica a cada ASADA en la tabla 2 de rangos basados en su desarrollo. Para que el lector tenga una mejor comprensión del instrumento este se puede observar en su versión original en los anexos 1 y 2.

**Tabla 2.** Tabla de rangos del desarrollo según el PME

Tabla de Rangos	Porcentaje
A - Consolidada	80% a 100%
B - En desarrollo alto	Entre 60% y 79%
C - En desarrollo bajo	Entre 40% y 59%
D - Débil	Menor a 40%

Fuente: AyA, 2021.

### 6.2.1 Diagnóstico PME, ASADA Cabeceras

Con base en los puntos obtenidos posteriormente a la aplicación del diagnóstico en el caso de la ASADA de Cabeceras se determinó que esta tiene una categoría de prestación del servicio con desarrollo alto; no obstante, el valor obtenido fue de 72%, como se observa en la tabla, 3 lo que evidencia que, aunque esta ASADA cuente con una cantidad de abonados que propicia buenas condiciones económicas, administrativas y operacionales, quedan cosas por mejorar en los distintos ejes temáticos evaluados.

**Tabla 3.** Categorización de la ASADA Cabeceras

Categoría	Puntuación	Porcentaje
B	52	72.0%
En desarrollo alto		

Fuente: AyA, 2021.

Los puntos obtenidos en cada eje temático se detallan en la tabla 4. Ahí se puede observar que la menor cantidad de puntos se obtuvo en los ejes de la gestión comunal, gestión de sistemas de agua y se destaca la gestión de saneamiento con 0. Estas situaciones implican que la ASADA se empeñe en trabajar un poco más, como por ejemplo en la elaboración de planes de transparencia y rendición de cuentas, llevar a cabo campañas relacionadas con el recurso hídrico en escuelas y colegios, elaborar un plan de gestión de riesgos, tener un manual de mantenimiento y operación del sistema y mejorar las condiciones del alcantarillado sanitario. Con esto es posible mejorar su puntuación y subir a una categoría máxima en la prestación del servicio de agua potable a sus usuarios.

**Tabla 4.** Puntos obtenidos por ejes temáticos de la ASADA Cabeceras.

Eje temático	Puntos totales	Porcentaje total	Puntos obtenidos	Porcentaje Obtenido
Gestión Comercial	17	15%	14	12%
Gestión Comunal	10	15%	5	8%
Gestión Ambiental y de Recurso Hídrico	5	15%	3	9%
Gestión de Sistemas de Agua	15	30%	9	21%
Gestión Administrativa y Financiera	24	25%	21	23%
Gestión Saneamiento	6	10%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>110%</b>	<b>52</b>	<b>72%</b>

Fuente: AyA, 2021.

### 6.2.2 Diagnóstico PME ASADA La Esperanza

En la ASADA de La Esperanza con respecto a lo puntos obtenidos en el diagnóstico se categoriza con desarrollo bajo con un valor de 52,7% con respecto a la prestación del servicio como se puede observar en la tabla 5. Esto puede atribuirse a que es de las ASADAS más pequeñas del estudio con alrededor de los 70 abonados, lo que influye directamente en sus capacidades para prestar el servicio.

**Tabla 5.** Categorización de la ASADA La Esperanza.

Categoría	Puntuación	Porcentaje
C	37	52.7%
En desarrollo bajo		

Fuente: AyA, 2021.

Según los ejes temáticos, los puntos obtenidos para el caso de la ASADA La Esperanza son los que se detallan en la tabla 6. En ella se puede observar que los puntajes más altos se obtuvieron en los ejes temáticos de gestión comercial y gestiones administrativa y financiera. Por otro lado, se debe trabajar por mejorar la prestación del servicio al priorizar los ejes en los que se obtuvo una cantidad de puntos baja, como la gestión comunal, la gestión ambiental y la de recurso hídrico, la gestión de sistemas de agua y la de saneamiento. Son acciones como las de implementar la macromedición, llevar un control de la morosidad mensual, dar un seguimiento a quejas, contar con un local para la atención de los usuarios, elaborar planes de transparencia y rendición de cuentas, llevar a cabo campañas relacionadas con el recurso hídrico en escuelas y colegios, elaborar un plan de gestión de riesgos, tener un manual de mantenimiento y operación del sistema y mejorar las condiciones del alcantarillado sanitario.

**Tabla 6.** Puntos obtenidos por ejes temáticos de la ASADA La Esperanza.

Eje temático	Puntos totales	Porcentaje total	Puntos obtenidos	Porcentaje Obtenido
Gestión Comercial	17	15%	12	11%
Gestión Comunal	10	15%	0	0%
Gestión Ambiental y de Recurso Hídrico	5	15%	1	3%
Gestión de Sistemas de Agua	15	30%	8	20%
Gestión Administrativa y Financiera	24	25%	16	19%
Gestión Saneamiento	6	10%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>110%</b>	<b>37</b>	<b>53%</b>

Fuente: AyA, 2021.

### 6.2.3 Diagnóstico PME de la ASADA de Las Nubes

La ASADA de Las Nubes se caracterizó por un desarrollo bajo en cuanto a la prestación del servicio con base en los resultados del diagnóstico Plan de Mejora y Eficiencia. Tal y como se puede observar en la tabla 7 se obtuvo una puntuación de 42.2%. Cabe mencionar que la situación de esta ASADA es muy similar a la de la ASADA de La Esperanza, debido a que poseen capacidades administrativas y operacionales semejantes, influidas directamente por su pequeña cantidad de abonados. Por eso la obtención de esa baja calificación puede atribuirse a que existen diferentes aspectos en los que es complicado poder mejorar, debido a que no se cuenta con los suficientes recursos.

**Tabla 7.** Categorización de la ASADA de La Esperanza.

Categoría	Puntuación	Porcentaje
C	39	42.2%
En desarrollo bajo		

Fuente: AyA, 2021.

Para el caso de la ASADA de Las Nubes los puntos obtenidos según los ejes temáticos se pueden visualizar en la tabla 8. Los puntajes más altos se obtuvieron para la gestión comunal y la gestión comercial; sin embargo, en los restantes cuatro ejes se obtuvieron puntuaciones bajas. Por ende, la ASADA debe trabajar por mejorar la prestación del servicio tomando como prioridad los ejes, la gestión ambiental y de recurso hídrico, la gestión administrativa y financiera, la gestión de sistemas de agua y la gestión de saneamiento. Algunas de las acciones que podrían emprender serían implementar la macromedición, llevar un control de la morosidad mensual, llevar un seguimiento de quejas, contar con un local para la atención de los usuarios, contratar servicios de contabilidad, establecer un plan de trabajo anual, elaborar planes de transparencia y rendición de cuentas, llevar a cabo campañas relacionadas con el recurso hídrico en escuelas y colegios, elaborar un plan de gestión de riesgos, tener un manual de mantenimiento y operación del sistema y mejorar las condiciones del alcantarillado sanitario.

**Tabla 8.** Puntos obtenidos por ejes temáticos de la ASADA de Las Nubes.

Eje temático	Puntos totales	Porcentaje total	Puntos obtenidos	Porcentaje Obtenido
Gestión Comercial	17	15%	13	11%
Gestión Comunal	10	15%	7	10%
Gestión Ambiental y de Recurso Hídrico	5	15%	1	3%
Gestión de Sistemas de Agua	15	30%	3	2%
Gestión Administrativa y Financiera	24	25%	15	16%
Gestión Saneamiento	6	10%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>110%</b>	<b>39</b>	<b>42%</b>

Fuente: AyA, 2021.

#### 6.2.4 Diagnóstico PME DE LA ASADA San Bosco y Los Olivos

La ASADA de San Bosco y Los Olivos se caracterizó, según el resultado del diagnóstico con un desarrollo alto en cuanto a la prestación del servicio, con total de 75,5%, que se puede observar en la tabla 9. Esto puede atribuirse principalmente a que cuenta con una cantidad de abonados que propicia condiciones óptimas para la ASADA en cuanto a sus capacidades administrativas, financieras y operacionales. No obstante, existen aspectos por mejorar.

**Tabla 9.** Categorización de la ASADA de San Bosco y Los Olivos.

Categoría	Puntuación	Porcentaje
B	57	75.5%
En desarrollo alto		

Fuente: AyA, 2021.

Los puntos obtenidos en cada eje temático se detallan en la tabla 10. Aquí se puede observar que la menor cantidad de puntos se obtuvieron en los ejes de la gestión comunal, de gestión ambiental y de recurso hídrico y la gestión de saneamiento. Por ello, con el objetivo de poder mejorar en estos aspectos es importante que la ASADA tome medidas en torno a estos ejes mediante la elaboración de

planes de transparencia y rendición de cuentas, y también llevar a cabo campañas relacionadas con el recurso hídrico en escuelas y colegios, lo mismo que definir áreas de protección y mejorar las condiciones del alcantarillado sanitario.

**Tabla 10.** Puntos obtenidos por ejes temáticos de la ASADA de San Bosco y Los Olivos.

Eje temático	Puntos totales	Porcentaje total	Puntos obtenidos	Porcentaje Obtenido
Gestión Comercial	17	15%	16	14%
Gestión Comunal	10	15%	5	8%
Gestión Ambiental y de Recurso Hídrico	5	15%	2	7%
Gestión de Sistemas de Agua	15	30%	12	24%
Gestión Administrativa y Financiera	24	25%	22	23%
Gestión Saneamiento	6	10%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>110%</b>	<b>57</b>	<b>76%</b>

Fuente: AyA, 2021

### 6.3 Evaluación del estado de la infraestructura hidráulica actual de los acueductos

Para evaluar el estado de la infraestructura de los acueductos se utilizó la normativa técnica de AyA para servicios de agua potable, principalmente utilizando fichas de inspección sanitaria que fueron elaboradas por AyA. Estas se pueden observar en los anexos. Con el fin de sintetizar la información recopilada sobre el estado de la infraestructura de los componentes de los sistemas de acueductos se estableció una escala de 1 a 4 para su respectiva evaluación, en que 1 corresponde a la condición de infraestructura mala, 2 a regular, 3 a buena y 4 a muy buena.

#### 6.3.1 Evaluación del estado de infraestructura actual del acueducto de Las Nubes

Se visita en primera instancia el acueducto de Las Nubes, el cual cuenta únicamente con una naciente como fuente de abastecimiento, denominada Los Vargas. Su captación fue construida de concreto y está ubicada en las coordenadas GPS Latitud 10.36372525 y Longitud -84.84231332. Esta es de tipo caja mixta y en ella se registró un caudal de 2.35 l/s mediante un aforo instantáneo. No obstante, se identificó en la naciente la carencia de protección perimetral que la proteja del acceso de personas o animales que puedan causar algún daño. Además, carece de sistema para desviar el agua

de escorrentía y de rejillas en las tuberías de rebalse y limpieza. Por otro lado, la losa superior posee la pendiente adecuada que permite que no se empoce el agua y sus tapas de inspección están construidas correctamente tal y como se puede observar en la figura 7, las demás evidencias fotográficas de los componentes del acueducto se pueden observar en los anexos.

**Figura 7.** Captación de la naciente Los Vargas



Fuente: Gómez, (2021).

Las dimensiones del único tanque de almacenamiento que tiene la ASADA son de 4.44 m de largo, 4.54 m de ancho y 2.00 m de profundidad, con un volumen de 40.32 m<sup>3</sup>. Este se ubica en las coordenadas GPS Latitud 10.36319044 y Longitud -84.84375611, y fue construido de manera semienterrada de concreto. No se identificaron paredes agrietadas y el estado de la pintura en su exterior es regular; la tapa de inspección está construida de manera adecuada y tiene una cerca perimetral que lo protege del acceso de personas o animales. Sin embargo, el tanque no tiene acera a su alrededor y carece de rejillas de protección en los respiraderos y tuberías de rebose.

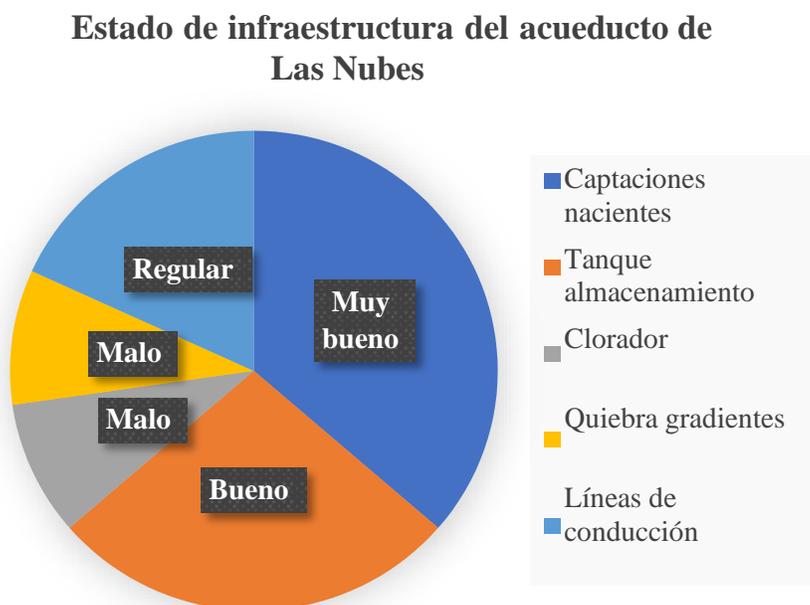
Con respecto a la caja de inspección 2 que se ubica en las coordenadas GPS Latitud 10.36185279 y Longitud -84.84713650, se constató que al abrir la compuerta de la caja hay vegetación en el interior de este.

Por último, no existe sistema de desinfección del agua suministrada por este acueducto a sus abonados, por lo que miembros de la junta directiva comentaron que se encuentran en vistas de realizar la inversión para hacerlo; no obstante, también indicaron que es necesaria la implementación de una boya en el tanque de almacenamiento para impedir posibles rebalses.

Al evaluar el estado de los componentes del acueducto de Las Nubes mediante las fichas

técnicas y la escala mencionada anteriormente se determinó el gráfico de la figura 8:

**Figura 8.** Estado de la infraestructura del acueducto de Las Nubes.



Fuente: Gómez, 2021.

### 6.3.2 Evaluación del estado de la infraestructura actual del acueducto de Cabeceras

Cabeceras se abastece de 7 nacientes de las cuales únicamente se logró visitar 4, por lo que en primera instancia se visitó la naciente Los Vargas 1 que se ubica aproximadamente a 6 km del centro de Cabeceras, en el sector de Las Nubes y en el mismo terreno en donde la ASADA de Las Nubes tiene su captación. Esta captación fue construida de concreto en las coordenadas GPS Latitud 10.326274588 y Longitud -84.84139669. Es de tipo caja mixta y no cuenta con un sistema seguro de cierre; carece de rejillas en las tuberías de limpieza y no existe una cerca perimetral que la proteja del ingreso de personas o animales. Sus condiciones se evidencian en la figura 9. Cabe destacar que esta naciente sufrió la afectación en su infraestructura por el paso de deslizamientos que destruyeron la captación y, por ende, se construyó una nueva captación. En la naciente Vargas 1 es posible reunir todas las aguas en una misma salida para realizar ejercicio de aforo y como resultado hubo un caudal de 2.98 l/s.

**Figura 9.** Captación de la naciente Vargas 1.



Fuente: Gómez, 2021.

La naciente conocida como Vargas, que se ubica a escasos metros de la naciente Vargas 1, se construyó de concreto y tiene una tapa de inspección construida de manera adecuada; no obstante, no cuenta con una cerca de protección perimetral. Es importante mencionar que el aforo no fue posible en esta naciente, pero este se realiza montaña abajo por parte del fontanero. En la naciente Vargas 2 se aprecia que personas propietarias aprovechan el agua de esta para usos productivos y para ello se cuenta con la concesión a favor de la ASADA. Por tanto, este aprovechamiento de esos finqueros es ilegal. No obstante, el acuerdo de compartirla permite llevar buena relación con los propietarios del terreno en donde se ubica. Por otro lado, esta toma puede generar una alteración en los resultados del aforo de la naciente Vargas 2 si este se realiza aguas abajo de la toma de agua.

Posteriormente se visitan las nacientes identificadas como La Mina. En un mismo terreno se localizan tres nacientes y un mismo punto de reunión de las aguas para el aforo. Se indica que de las tres nacientes solo hay dos que se encuentran en uso; por ende, existe la intención de mejorar la captación para recuperar el agua de la que no se está aprovechando. Dentro del grupo de nacientes de La Mina una fue construida de concreto, tiene una tapa de inspección construida de manera adecuada y cerca de protección perimetral; sin embargo, se evidencian algunas tuberías expuestas. El agua de las nacientes La Mina se reúnen en el tanque de almacenamiento ubicado en las coordenadas GPS Latitud 10.36816873 y Longitud -84.84474148. El aforo es posible realizarlo al quitar el tubo de ingreso al tanque. El resultado del aforo es de 1.25 l/s. Se constata que existe un área de protección para estas nacientes y esta fue obtenida por medio de donación de los terrenos.

Se detectó la presencia de quiebra gradientes, que se construyeron de concreto con una tapa de inspección adecuada y un volumen de 2 m<sup>3</sup>.

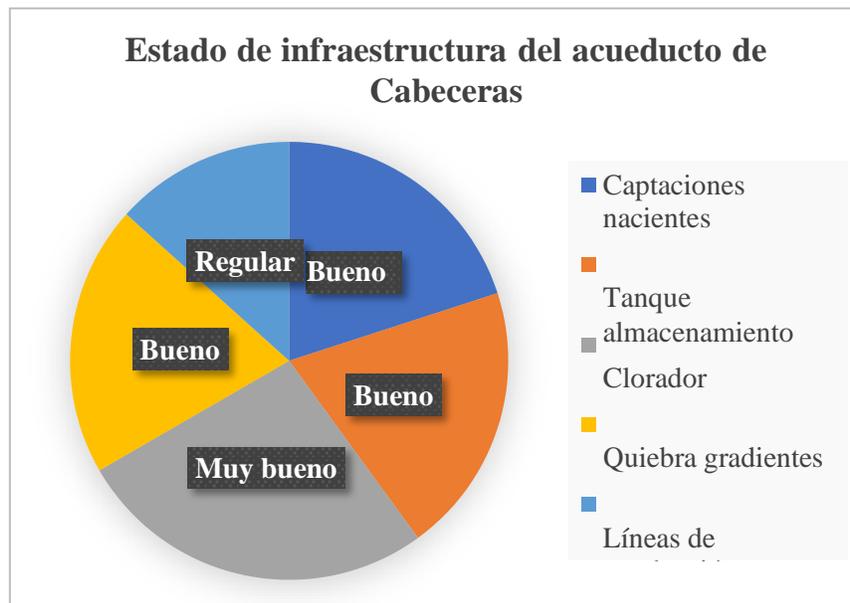
Luego se visita la naciente Santa Ana, que se ubica como la más cercana al centro de la población de Cabeceras, en las coordenadas GPS Latitud 10.36062814 y Longitud -84.86769791. Esta se construyó de concreto y su losa superior tiene la pendiente requerida para evitar el empozamiento y una tapa de inspección adecuada; no obstante, carecen de rejillas las tuberías de limpieza, y no existe una cerca perimetral que la proteja. Se constata con la ASADA que se trata de la naciente con menos producción, con un caudal de 0.64 l/s al realizar el aforo instantáneo.

Antes de los tanques de almacenamiento principales se localizó un tanque de almacenamiento de 2500 L de polietileno en las coordenadas que se utilizan como lugar para efectuar la cloración. Se trata de un clorador de cámara seca, y cabe destacar que de esta ubicación en adelante, aunque no se haya llegado a los tanques de almacenamiento principales, existen viviendas que reciben el servicio de la ASADA.

Por último, se visitan los tanques de almacenamiento principal los cuales se ubican en las coordenadas GPS Latitud 10.35789070 y Longitud -84.86887799. Se constituyen por ser dos tanques de almacenamiento de polietileno construidos en el nivel de 22 000 L, un tanque de polietileno de 5000 L y un tanque de concreto de 17 000 L. Cabe destacar que estos tanques tienen una cerca de protección perimetral. No obstante, se detectó una fuga en el tanque de polietileno de 5000 L, el cual se ubica sobre el tanque de concreto de 17 000 L, lo que puede estar afectando su impermeabilización.

Las evidencias fotográficas del estado de los diferentes componentes del acueducto de Cabeceras se pueden observar en los anexos y, por ende, al evaluar el estado de estos mediante las fichas técnicas de AyA y la escala mencionada anteriormente se determinó el gráfico de la figura 10:

**Figura 10.** Estado de la infraestructura del acueducto de Cabeceras



Fuente: Gómez, 2021.

### 6.3.3 Evaluación del estado de la infraestructura actual del acueducto de La Esperanza

Se visitan, en primera instancia, los tanques de almacenamiento 2 y 3 que se ubican uno a la par de otro, a 200 m montaña arriba del salón comunal de La Esperanza, y están asentados en una base de concreto. Las dimensiones del tanque 2 son 3.46 m de largo, 3.46 m de ancho y 1.70 m de profundidad, con un volumen de 20,23 m<sup>3</sup>. Se observa que hay un rebalse y se registró un caudal de salida de este de 1,24 l/s. Las dimensiones del tanque 3 constan de 2.26 m de largo, 2.26 m de ancho y 1.46 m de profundidad, con un volumen de 7.46 m<sup>3</sup>. Es indispensable el mejoramiento de la compuerta del tanque 3, y se detectan grietas en ambos tanques, por lo que se nota un mal estado de la pintura que los impermeabiliza en su exterior. No se observa acera a sus alrededores ni cerca de protección perimetral que los proteja. Por otro lado, al abrir la compuerta del tanque de concreto 2 se nota turbiedad en el agua y el fontanero indica que en el interior del tanque hay raíces blancas.

Se constata la existencia de clorador ubicado en el tanque de almacenamiento 2; sin embargo, se hay presencia de fauna en el interior de la caja que resguarda dicho clorador. Es importante cambiar las llaves que regulan el ingreso y la salida de agua del tanque 2, y suministrar las herramientas necesarias al fontanero para una correcta manipulación de las llaves.

Cabe destacar que La Esperanza se abastece de un total de tres nacientes; no obstante, fue posible visitar únicamente dos para su respectiva inspección y aforo. Inicialmente se visitó la naciente

Ulate 1, tal y como se puede observar en la figura 11, en la que se observa que la caja de captación de esta no está protegida de la contaminación ambiental. La losa superior no tiene la pendiente que impida el empozamiento y no se observan rejillas. Seguidamente se realizó el aforo instantáneo del cual se obtuvo un caudal de 3.26 l/s. Por otro lado, es importante buscar la alternativa de tener una salida de agua específica para aforos.

**Figura 11.** Naciente Ulate 1.



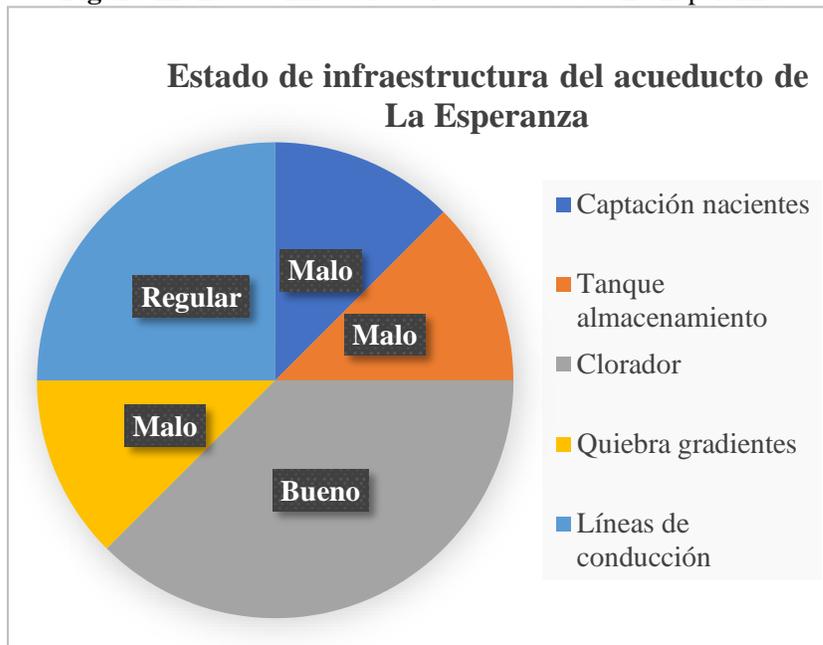
Fuente: Gómez, 2021.

Se identifica el tanque de almacenamiento 1 que alberga las aguas provenientes de la naciente Ulate 1. Es de polietileno y tiene capacidad de 10 m<sup>3</sup>. Se encuentra a nivel sobre una base de concreto. Este tanque no cuenta con acera ni cerca de protección perimetral a su alrededor, y su ubicación se encuentra muy cercana de la margen izquierda de la quebrada, lo que representa un riesgo inminente.

Por último, se visita la naciente Ulate 2, de la que mediante el aforo realizado se registró un caudal de 0.12 l/s, la cual es una producción muy baja. Esta captación carece de protección de la contaminación ambiental. La losa superior no tiene la pendiente que impide el empozamiento, pero está tiene un filtro en su tubería de entrada, y también es necesario buscar una alternativa para tener una salida de agua específica para aforos.

Con el fin de sintetizar la información obtenida de las evidencias fotográficas del estado de infraestructura del acueducto de La Esperanza que se pueden observar en los anexos, se elaboró el gráfico de la figura 12, que muestra con mayor detalle el estado de sus componentes.

**Figura 12.** Estado infraestructura acueducto de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

#### **6.3.4 Evaluación del estado de la infraestructura actual del acueducto de San Bosco y Los Olivos**

La comunidad de San Bosco y Los Olivos se abastece únicamente de una naciente denominada Naciente 1. Al inspeccionar su obra de captación se nota que esta fue construida de concreto tipo caja mixta, ubicada en las coordenadas GPS Latitud 10.33430341 y Longitud - 84.81083649, como se puede observar en la figura 13. En esta se identificó la carencia de protección perimetral que la proteja del acceso de personas o animales que puedan causar algún daño. La losa superior no tiene la pendiente adecuada que impida que se empoce el agua y no cuenta con tapas de inspección en el interior de la captación, lo que imposibilita conocer su estado en su interior. La captación carece de rejillas en las tuberías de rebalse y limpieza. La captación se encuentra por debajo del cauce de una quebrada intermitente, por lo que no es posible saber si existen grietas en la infraestructura. Por último, se llevó a cabo el aforo instantáneo de la naciente del cual se obtuvo un caudal de 8 l/s.

**Figura 13.** Captación de la naciente 1.



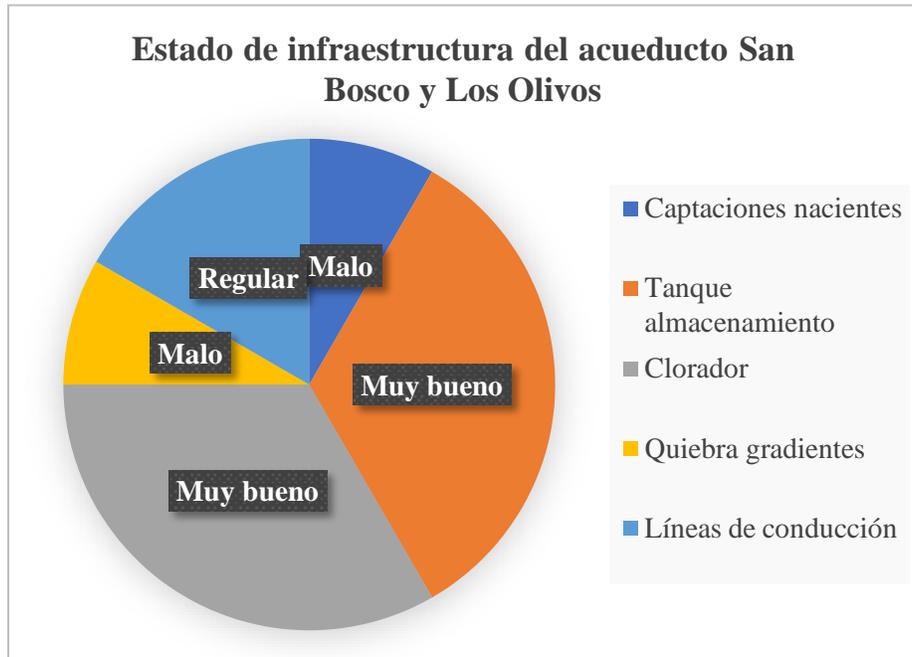
Fuente: Gómez, 2021.

Al visitar el único tanque de almacenamiento de la ASADA que contiene las aguas provenientes de la naciente 1 y que se ubica a nivel en las coordenadas GPS Latitud 10.33508088 y Longitud -84.81093872, se notó que tiene una capacidad de 10 m<sup>3</sup> y su material es de polietileno. No obstante, este no tiene acera ni cerca de protección perimetral a su alrededor. Posteriormente se constata la presencia de clorador antes del ingreso del agua a dicho tanque de almacenamiento, y se nota la presencia de macromedición en la salida de este.

Por último, se localiza una fuga en la tubería posterior a la ubicación del macromedidor y la tubería de conducción, pasando por un paso elevado sobre el cauce intermitente de la quebrada.

Al realizar la inspección ocular del estado de los componentes del acueducto de Las Nubes mediante las fichas técnicas, las evidencias fotográficas que se pueden observar en los anexos y la escala mencionada anteriormente, se generó el gráfico de la figura 14.

**Figura 14.** Estado de la infraestructura del acueducto de San Bosco y Los Olivos



Fuente: Gómez, 2021.

#### 6.4 Resultados de los balances hídricos

Se realizaron los respectivos balances hídricos de cada una de las ASADAS para conocer sus capacidades hídricas; no obstante, cabe destacar que los datos de caudales utilizados se tomaron en los aforos realizados en cada una de las nacientes en las giras de campo que se llevaron a cabo durante la época lluviosa. Por ende, los resultados obtenidos en estos balances solo muestran la perspectiva en un escenario lluvioso. Por otro lado, se busca comparar estos resultados con los datos de los caudales de las nacientes que cuentan con permiso de extracción por parte de la Dirección de Aguas.

##### 6.4.1 Balance hídrico de la ASADA Las Nubes

La ASADA de Las Nubes solo cuenta con una naciente de la cual se realizó el respectivo aforo con una producción de 2.35 l/s en el mes de julio para obtener los resultados del balance hídrico, los cuales se pueden observar en la tabla 11. Estos resultados son positivos desde el presente año hasta la proyección del año 2041; sin embargo, cabe mencionar que estos resultados se interpretan de manera que se tenga la suficiente cantidad de agua para abastecer a los abonados, pero no para conceder nuevos servicios.

**Tabla 11.** Balance hídrico de la ASADA Las Nubes

<b>Resultados del Balance Hídrico</b>					
<b>Proyecciones</b>					
<b>Año</b>	<b>Servicios</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance Hídrico (L/s)</b>	<b>Interpretación</b>
2021	<b>70</b>	0.85	2.35	<b>1.50</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica
2026	<b>74</b>	0.89	2.35	<b>1.46</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica
2031	<b>77</b>	0.93	2.35	<b>1.42</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica
2036	<b>80</b>	0.96	2.35	<b>1.39</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica
2041	<b>83</b>	1.00	2.35	<b>1.35</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica

Fuente: AyA, 2021.

**Tabla 12.** Caudal concesionado para la ASADA de Las Nubes.

<b>Concesión de nacimiento</b>	
<b>Nacimiento</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
Los Vargas	1.89

Fuente: Hidrogeotecnia Ltda., 2021.

#### 6.4.2 Balance hídrico de la ASADA Cabeceras

Para la elaboración del balance hídrico de la ASADA de Cabeceras de la tabla 14 que muestra resultados positivos hasta la proyección del año 2042, se tomaron los datos suministrados por la ASADA, de los aforos de las nacientes y de los aforos instantáneos llevados a cabo por la autora en la gira de campo. Estos se pueden observar en la tabla 13 y con ellos se calcula la producción total de la ASADA. No obstante, estos no contemplan información de un año hidrológico como tal, lo que incide directamente en los resultados.

**Tabla 13.** Producción de las nacientes de Cabeceras en el mes de setiembre.

<b>Naciente</b>	<b>Caudales (l/s)</b>
Rancho Heliconia 1	2.98
Rancho Heliconia 2	0.9
Santa Ana	1.25
La Mina	0.64
Los Vargas 1	3.14
Los Vargas 2	0.35

Fuente: Gómez & ASADA Cabeceras, 2021.

**Tabla 14.** Balance hídrico de la ASADA de Cabeceras.

<b>Resultados del Balance Hídrico</b>					
<b>Proyecciones</b>					
<b>Año</b>	<b>Servicios</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance Hídrico (L/s)</b>	<b>Interpretación</b>
2022	<b>307</b>	3.74	8.91	<b>5.17</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2027	<b>320</b>	3.89	8.91	<b>5.02</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2032	<b>333</b>	4.05	8.91	<b>4.86</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2037	<b>346</b>	4.21	8.91	<b>4.70</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2042	<b>360</b>	4.38	8.91	<b>4.53</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios

Fuente: AyA, 2021.

**Tabla 15.** Concesión otorgada por la Dirección de Aguas para las nacientes de Cabeceras:

<b>Concesión de nacientes (2015)</b>	
<b>Naciente</b>	<b>Caudales (l/s)</b>
Rancho Heliconia 1	0.81
Rancho Heliconia 2	0.22
Santa Ana	0.28
La Mina	0.39
Los Vargas 1	0.26
Los Vargas 2	0.35

Fuente: Dirección de aguas, 2015.

#### **6.4.3 Balance hídrico de la ASADA de La Esperanza**

Según los aforos realizados de dos nacientes de La Esperanza se utilizó la producción de estas durante el mes de julio, tal y como se puede observar en la tabla 15, datos que se utilizaron para la elaboración del balance hídrico, como se puede observar en la tabla 16. Este balance muestra resultados positivos desde la proyección del presente año hasta el año 2041, es decir, que la ASADA cuenta con suficiente cantidad de agua para otorgar nuevos servicios hasta el año 2041, tomando en cuenta su crecimiento poblacional.

**Tabla 15.** Producción de las nacientes de La Esperanza en el mes de julio

<b>Producción de nacientes (Julio)</b>	
<b>Naciente</b>	<b>Caudales (l/s)</b>
Ulate 1	3.26
Ulate 2	0.12

Fuente: Gómez, 2021.

**Tabla 16.** Balance hídrico de la ASADA La Esperanza

Resultados del Balance Hídrico					
<i>Proyecciones</i>					
Año	Servicios	Demanda (L/s)	Producción (L/s)	Balance Hídrico (L/s)	Interpretación
2021	<b>68</b>	0.83	3.38	<b>2.55</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2026	<b>72</b>	0.87	3.38	<b>2.51</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2031	<b>75</b>	0.90	3.38	<b>2.48</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2036	<b>78</b>	0.94	3.38	<b>2.44</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2041	<b>81</b>	0.98	3.38	<b>2.40</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios

Fuente: AyA, 2021.

**Tabla 17.** Concesión otorgada por la Dirección de Aguas para la naciente La Esperanza.

Concesión de naciente	
Naciente	Caudal (l/s)
Ulate 1	0.71

Fuente: Gómez, 2021.

#### 6.4.4 Balance hídrico de la ASADA San Bosco y Los Olivos

La ASADA de San Bosco y Los Olivos cuenta únicamente con una naciente de la cual se detalla su producción. Esta se obtuvo por medio de un aforo instantáneo hecho durante el mes de agosto y los resultados obtenidos del balance hídrico están en la tabla 18. Ahí se puede observar que la ASADA cuenta con capacidad hídrica para abastecer a sus abonados y conceder nuevos servicios con proyección al año 2041.

**Tabla 18.** Balance hídrico de la ASADA San Bosco y Los Olivos

Resultados del Balance Hídrico					
<i>Proyecciones</i>					
Año	Servicios	Demanda (L/s)	Producción (L/s)	Balance Hídrico (L/s)	Interpretación
2021	<b>147</b>	1.79	8.00	<b>6.21</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2026	<b>153</b>	1.86	8.00	<b>6.14</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2031	<b>159</b>	1.94	8.00	<b>6.06</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2036	<b>166</b>	2.01	8.00	<b>5.99</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2041	<b>172</b>	2.08	8.00	<b>5.92</b>	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios

Fuente: AyA, 2021.

**Tabla 19.** Concesión otorgada por la Dirección de Aguas para la naciente de San Bosco y Los Olivos.

Concesión de naciente	
Naciente	Caudal (l/s)
Naciente 1	4.40

Fuente: Gómez, 2021.

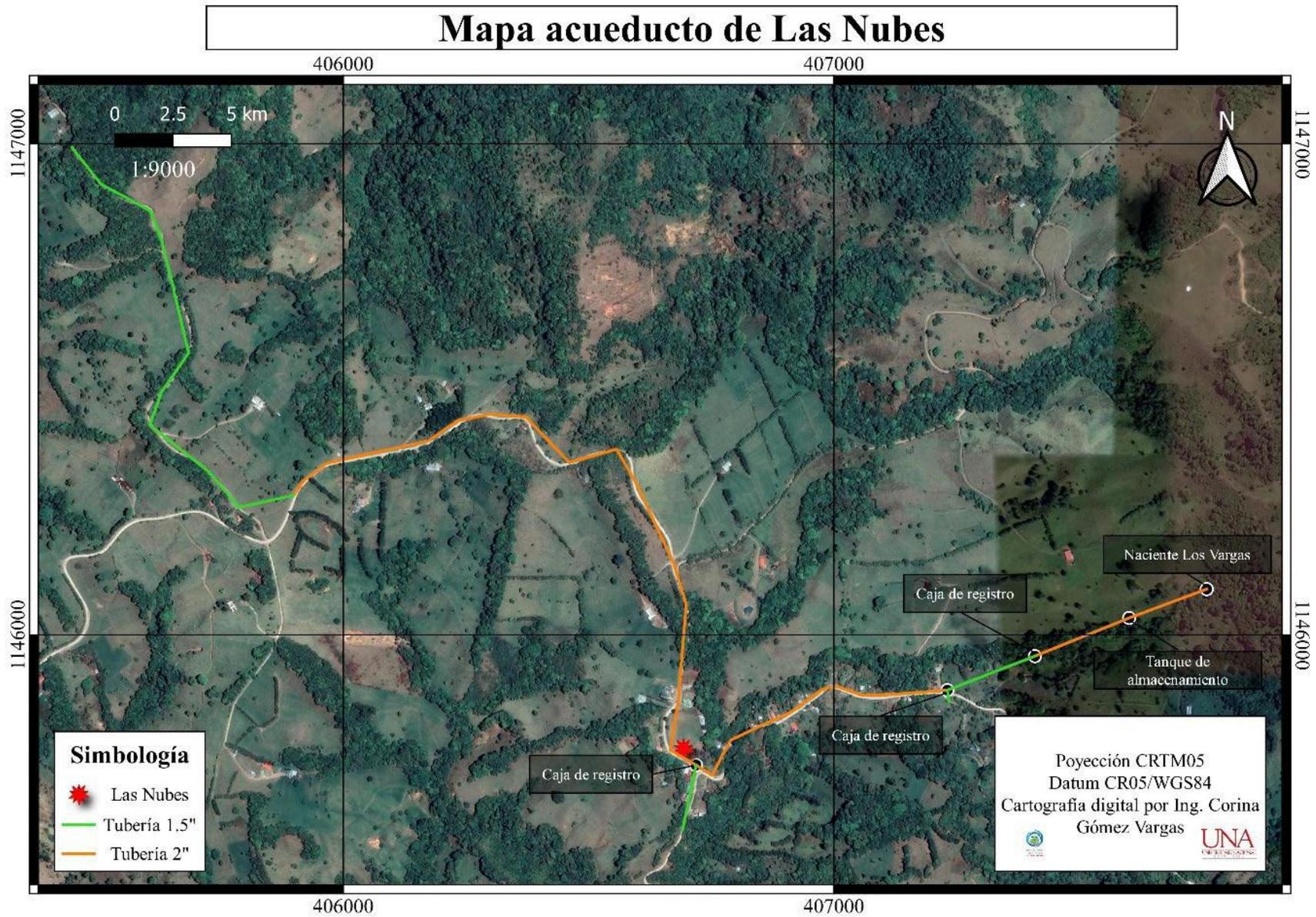
Al comparar los resultados obtenidos con los aforos instantáneos para los balances hídricos y los datos de las concesiones establecidas por la Dirección de Aguas con respecto a los caudales de las nacientes que funcionan como fuentes de abastecimiento para las ASADAS en estudio, se evidenció la importancia de realizar un estudio más detallado en el cual se contemplen los caudales de un año hidrológico, para así poder determinar si es necesario solicitar a la Dirección de Aguas un aumento en el caudal concesionado, o elaborar un proyecto de interconexión de acueductos. Esto con el fin de prestar un servicio de agua potable con la cantidad necesaria para las poblaciones futuras. Sin embargo, es fundamental dar en concesión la totalidad de las nacientes en uso por parte de las ASADAS con el fin de evitar problemas legales.

## **6.5 Levantamiento de los sistemas de acueductos actuales de las ASADAS**

Por medio del levantamiento hecho en las giras de campo a los acueductos de Cabeceras, San Bosco y Los Olivos, Las Nubes y La Esperanza se obtuvieron las coordenadas geográficas de los principales puntos que los componen; esto con el fin de generar mapas como guías para la ubicación de cada uno de estos en su estado actual, los cuales se pueden observar en las figuras 15, 16, 17 y 18.

### 6.4.1 Acueducto de Las Nubes

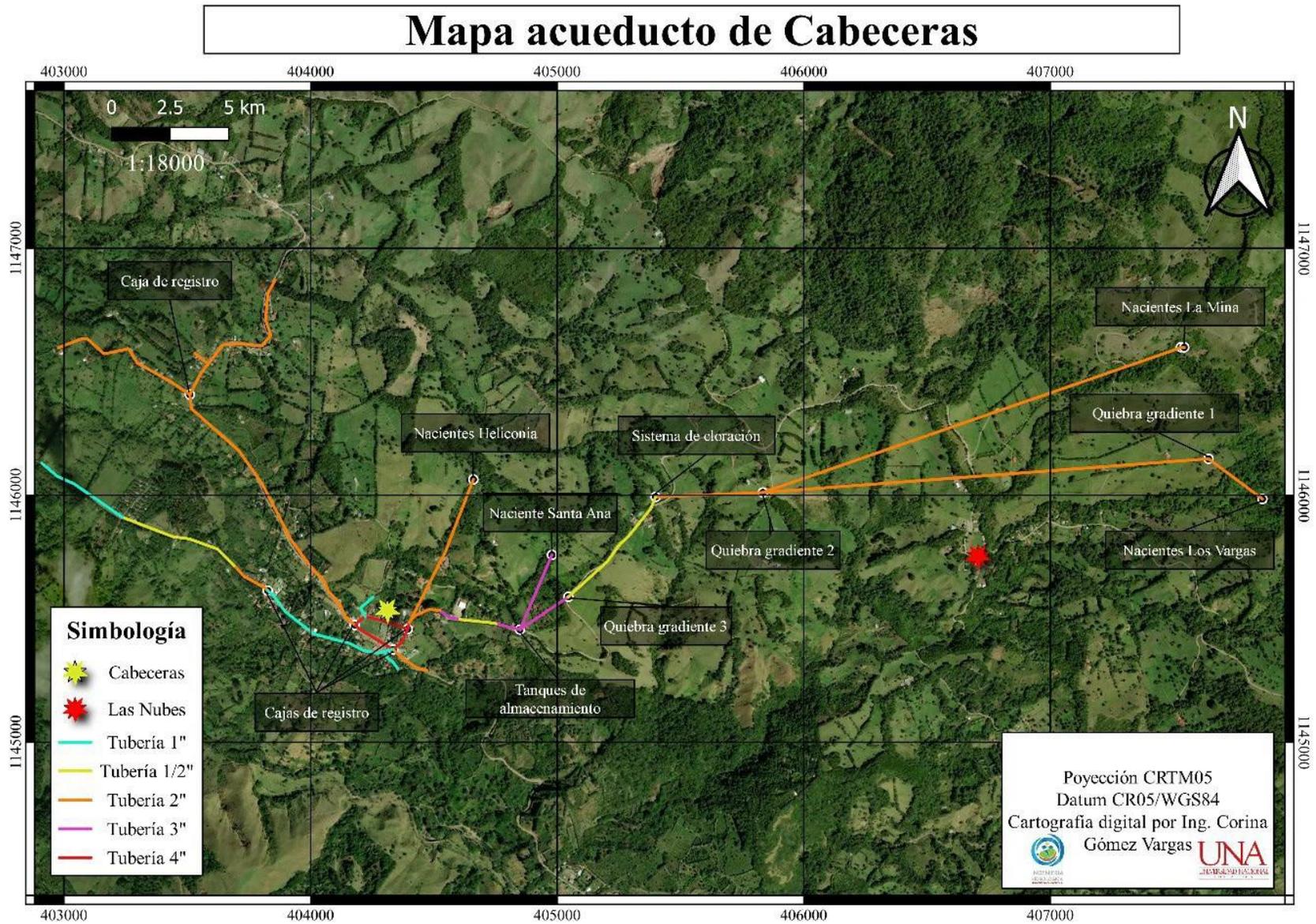
Figura 15. Acueducto de Las Nubes



Fuente: Gómez, 2021

## 6.4.2 Acueducto de Cabeceras

Figura 16. Acueducto de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021

### 6.4.3 Acueducto de La Esperanza

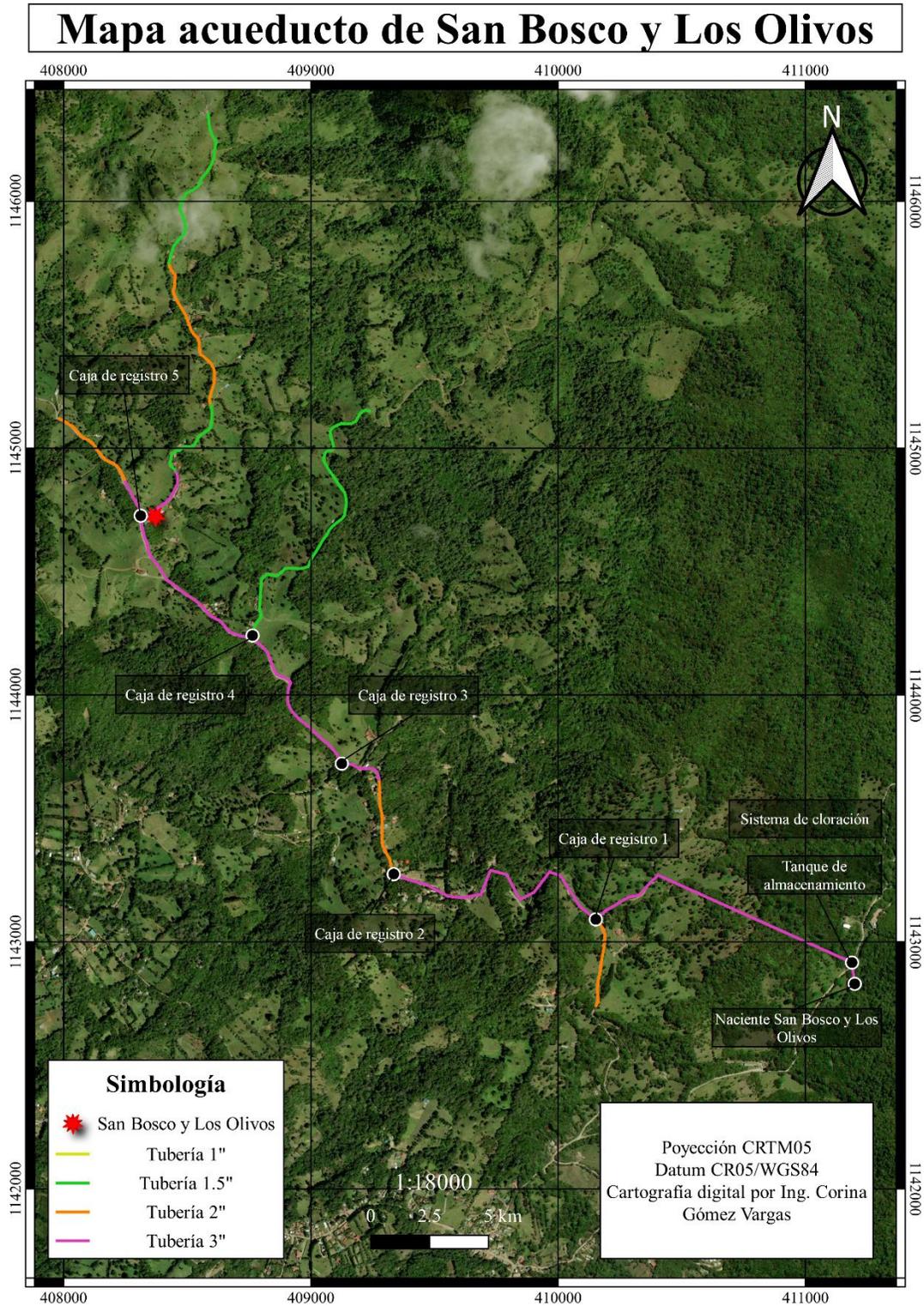
Figura 17. Acueducto de La Esperanza



Fuente: Gómez, 2021.

### 6.4.4 Acueducto de San Bosco y Los Olivos

Figura 18. Acueducto de San Bosco y Los Olivos.

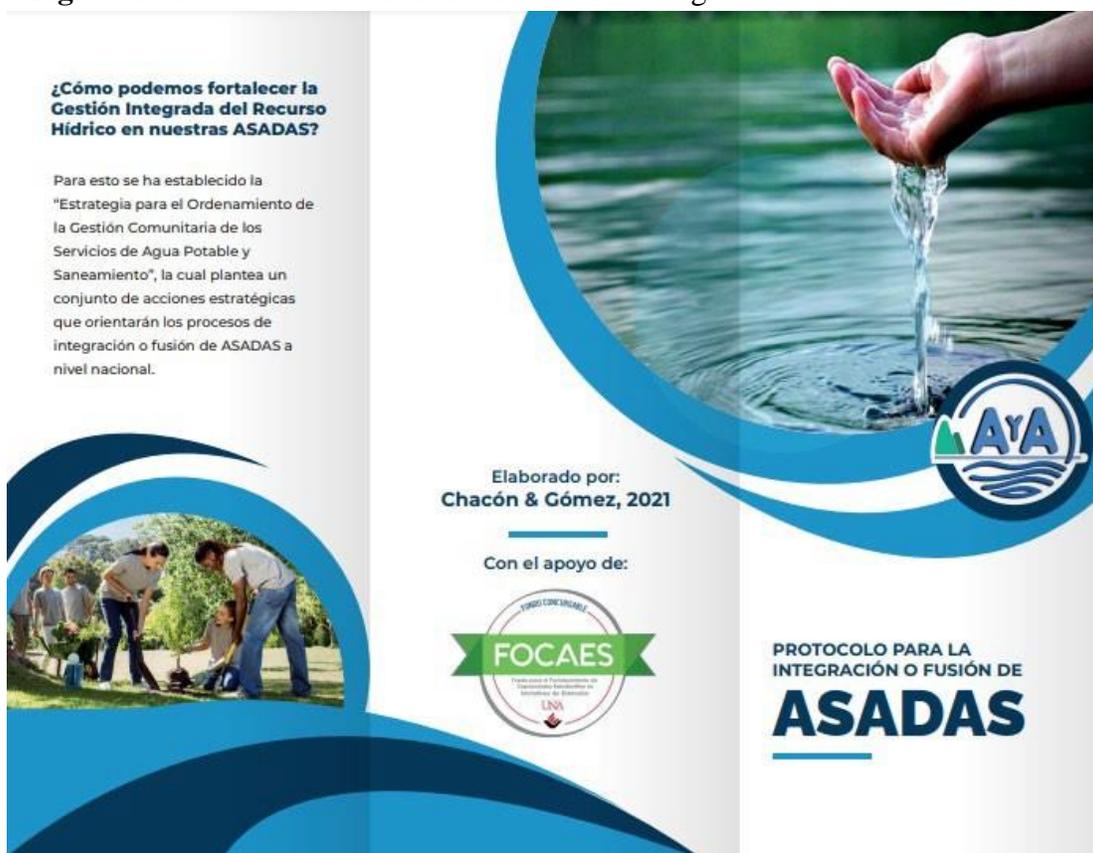


Fuente: Gómez, 2021.

## 6.5 Entregables del proyecto FOCAES

Confeccionados para ese fin, se presentan tres afiches sobre la gestión integrada del recurso hídrico en cuanto a proteger nuestras nacientes y favorecer el proceso de integración o fusión de ASADAS. A manera de ejemplo, en las figuras 19 y 20 se menciona el denominado Proceso de integración o fusión de ASADAS. Los afiches tienen el fin principal de informar a las comunidades pertenecientes al proyecto sobre sus aspectos relevantes. Este y los dos restantes afiches se pueden observar en los anexos. La entrega de ellos se realizó en una reunión que se celebró con las cuatro ASADAS para informar sobre los resultados preliminares, como se puede observar en la evidencia fotográfica de la figura 21 y en los anexos.

**Figura 19.** Primera vista del afiche: Proceso de integración o fusión de ASADAS.



Fuente: Chacón & Gómez, 2021.

**Figura 20.** Segunda vista del afiche Proceso de integración o fusión de ASADAS.

**DOS CAMINOS A SEGUIR**

**Informe de La Contraloría sobre la situación de las ASADAS**

La ubicación geográfica relativamente cercana entre ASADAS y con menos de 100 abonados son situaciones que inciden directamente en la capacidad financiera y administrativa de estas (Contraloría General de la República, 2013).

**Fusión**  
Una ASADA con mayor capacidad administrativa y operacional asume a otra.

**Integración**  
Se crea una nueva ASADA desde cero.

**Propósito del protocolo**  
Guiar las acciones para facilitar procesos de integración o fusión de organizaciones comunales prestadoras del servicio de abastecimiento de agua potable. Este se desarrolla en tres etapas: antes, durante y después.

**Etapa I (Antes)**

1. Valoración del potencial de integración o fusión
2. Contacto previo
3. Plan de acción
4. Socialización
5. Diagnóstico de la ASADA intervenida
6. Diagnóstico de ASADA que asume

**Etapa II (Durante)**

1. Abordaje social
2. Asambleas y Acuerdos
3. Modificación a inscripción de estatutos
4. Rescisión de ASADA y/o convenio de delegación
5. Inscripción de nueva ASADA integrada
6. Unificación administrativa y financiera
7. Unificación comercial
8. Inventario y registro de activos
9. Integración técnica de sistema

**Etapa III (Después)**

1. Inducción y capacitación a la ASADA resultante
2. Presentación de nueva ASADA a la comunidad
3. Rendición de cuentas a la asamblea, comunidad y AyA.
4. Estabilización del servicio
5. Seguimiento para la sostenibilidad
6. Cierre del proceso

Fuente: Chacón & Gómez, 2021.

**Figura 21.** Reunión con las juntas directivas de las cuatro ASADAS



## **6.6 Principales hallazgos**

### **Hallazgo 1**

En las visitas de campo se pudo constatar que no existen procesos de desinfección de las aguas antes de ser distribuidas a los abonados, situación que evidencia un incumplimiento del reglamento sobre la calidad de aguas del Ministerio de Salud, específicamente en cuanto a los requerimientos microbiológico. Esto concuerda con la revisión de archivos de los resultados de laboratorio, que muestran que para el año 2021 habrá 30 mg/l de coliformes fecales en el agua suministrada a sus abonados, y según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable el artículo 20 del Decreto Ejecutivo N° 25991-S este parámetro debe ser nulo.

Sin embargo, ese pronóstico no representa ningún obstáculo para que se alcancen los objetivos, debido a que este consta en el estudio por formar parte del objetivo relacionado con la inspección ocular del estado de la infraestructura de los acueductos. En relación con la viabilidad del proyecto esta situación no se considera como algo que pueda impedir su desarrollo, dado que este es un estudio básico. Por otro lado, en cuanto al diseño metodológico no se conceptúa como impedimento para la ejecución del proyecto; no obstante, sí representa un problema para la ética profesional de la autora, debido a que es un riesgo para la seguridad pública, por lo que es un aspecto importante de priorizar.

### **Hallazgo 2**

Según las entrevistas y las evidencias documentales se descubrió que existe una alta vulnerabilidad del proyecto en términos legales. Esto debido a que se encontró que no existe coincidencia entre los dueños de las nacientes y de la infraestructura con respecto a los dueños de las concesiones. Ejemplo de esto es el caso de algunas tomas ilegales de la naciente de Cabeceras en las principales fuentes de abastecimiento de las ASADAS, por lo que se debe resolver el caso de la tenencia legal del uso de las nacientes, los terrenos y las infraestructuras hidráulicas de las ASADAS, que es algo fundamental para garantizar la ejecución del proyecto.

Este hallazgo representó una afectación del objetivo de balances hídricos, dado que no fue posible aforar las nacientes Heliconia 1 y 2 del acueducto de Cabeceras por problemas legales con la tenencia de los terrenos. No obstante, esta situación no es un problema para la viabilidad del proyecto, dado que este es un estudio básico. Por otro lado, sí se genera un impedimento para concretar la aplicación del diseño metodológico debido a que no fue posible inspeccionar las condiciones de la infraestructura de estas nacientes y realizar sus respectivos aforos. Sin embargo, en cuanto a la ética profesional de la autora esto es algo que únicamente impide obtener los resultados deseados.

### **Hallazgo 3**

Según previas estimaciones de AyA, se esperaba que la naciente de San Bosco y Los Olivos tuviera un caudal de 10 l/s, pero este estudio, mediante un aforo instantáneo realizado en el mes de agosto del 2021, logró mostrar que el caudal disponible es 20% menor que el caudal teórico esperado de (8 l/s).

Esta situación no genera conflicto para alcanzar los objetivos planteados y tampoco afecta la viabilidad del proyecto, debido a que es un estudio básico que pretende caracterizar las condiciones actuales de los acueductos en estudio, y no afecta el diseño metodológico ni la ética profesional de la autora.

### **Hallazgo 4**

Como resultado de este estudio se analizaron las condiciones hidrogeológicas y ambientales de las nacientes disponibles. Por motivos de recursos disponibles, legalidad y accesibilidad a las nacientes se logró realizar una visita de campo a 8 de 11 nacientes. En las ocho nacientes analizadas se observó que solo la naciente Heliconia de Cabeceras cumple con el reglamento de protección de nacientes (radio 200 metros); no obstante, recientemente fue expuesta a la tala de árboles dentro de su área de protección.

Este es un hallazgo que representa una afectación para lograr específicamente los objetivos de inspección ocular del estado de infraestructura y balance hídrico, dado que no se pudieron conocer estos aspectos de las nacientes Heliconia 1 y 2 de la ASADA de Cabeceras. Sin embargo, esto no genera ninguna afectación para la viabilidad del proyecto pues este se constituye por ser un estudio básico. También se identifica una afectación del diseño metodológico debido a que no fue posible la aplicación de este en cuanto a los aspectos antes mencionados y, por otro lado, esta situación en la ética profesional de la autora representa un problema socioambiental muy grave, debido a que la tala de estos árboles puede tener grandes consecuencias para las nacientes y por los ecosistemas que las rodean.

### **Hallazgo 5**

Según los resultados de los balances hídricos obtenidos para las ASADAS en estudio reflejan proyecciones positivas en relación la capacidad hídrica de cada una para abastecer a sus pobladores y prestar nuevos servicios a sus comunidades. No obstante, estos balances se basaron en datos de aforos llevados a cabo durante la época lluviosa, es decir, que únicamente muestran los resultados más factibles para dichas ASADAS, y no se contemplan sus escenarios más críticos, los que se dan durante la época seca.

Esta situación no implica ninguna afectación para llevar a alcanzar los objetivos planteados en este proyecto, pues no se afecta la viabilidad de este ni el diseño metodológico, pero, según la ética profesional de la autora, hubiera sido ideal obtener todos los datos necesarios para los balances hídricos, tomando en cuenta los aforos de las nacientes durante la época seca para obtener resultados más cercanos a la realidad que vive cada una de las ASADAS.

#### **Hallazgo 6**

Al comparar los datos de registro de caudales concesionados por la Dirección de Aguas de las nacientes en estudio y los datos de los aforos realizados a estas, se evidencia que existe una clara diferencia que puede atribuirse a que estos aforos se realizaron durante la época lluviosa. Por otro lado, se constató que no todas las nacientes se encuentran inscritas por las ASADAS ante el ente rector.

Este hallazgo no representa ninguna afectación para los objetivos planteados en el proyecto y su viabilidad. Tampoco afecta el diseño metodológico establecido ni tampoco la ética profesional de la autora.

#### **6.7 Discusión de los objetivos planteados**

El primero de los objetivos incluidos en la sección 6.2 para la aplicación del Plan de Mejora y Eficiencia se logró aplicarlo a la totalidad de las ASADAS en estudio, mediante las reuniones que se llevaron a cabo con cada junta directiva. Esto permitió conocer las capacidades administrativas y operacionales de estas, es decir, que este objetivo se cumplió en 100%.

El segundo objetivo planteado, como se muestra en la sección 6.2 del documento, evidencia que fue posible realizar la inspección ocular del estado de la infraestructura en los cuatro acueductos. Pese a ello no fue posible inspeccionar la totalidad de los sistemas de La Esperanza por falta de el fontanero no suministró información, y de Cabeceras por aspectos legales. Por ende, este objetivo se logró concretar solo en 90%.

El tercer objetivo de los planteados en la sección 6.3 es el relativo a los balances hídricos para cada una de las ASADAS. Este se logró concretar a partir de los datos de los caudales calculados en los aforos a las nacientes, y según los datos de caudales faltantes que se tomaron de información generada por un estudio de la empresa Hidrogeotecnia Ltda. del año 2021. No obstante, no fue posible tomar en cuenta el dato de caudal de la naciente faltante del acueducto de La Esperanza, y por esta razón se estima que este objetivo se pudo cumplir en 95%.

El cuarto objetivo incluido en la sección 6.4 del documento se constituye por la generación de los cuatro mapas que contienen el levantamiento de los sistemas de acueductos en estudio, con el fin de que estas ASADAS puedan ubicar geográficamente sus diferentes componentes, pero únicamente se pudo ubicar la naciente de La Esperanza debido a que no se contó con ningún tipo

de información para ubicarla, es decir, que este objetivo se logró cumplir en 95%.

El quinto objetivo ubicado en la sección 6.5 se basa en el desarrollo de los productos comunicativos con el apoyo de FOCAES. Este posibilitó la generación de tres *brochures* que abarcan partes importantes para las ASADAS en estudio y así se logró concretarlo en 100%.

## **6.8 Discusión del diseño metodológico**

Con respecto al diseño metodológico fue posible evidenciar que lo planteado para la ejecución de este se basó principalmente en metodologías suministradas por el AyA, como fue el diagnóstico PME, las guías para la inspección ocular y los balances hídricos. Estas facilitaron la información para la generación de los mapas de ubicación de los acueductos. Por ende, la metodología se encuentra ligada directamente a los objetivos, lo que permitió alcanzarlos.

La metodología planteada permitió consolidar la relación de la Universidad Nacional Costa Rica con las ASADAS en estudio e identificar sus fortalezas y debilidades en lo operacional, administrativo y estructural de las ASADAS de San Bosco y Los Olivos, Cabeceras, Las Nubes y La Esperanza, con el fin de fortalecer la GIRH en la zona.

## **CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

#### **Conclusión 1**

En este estudio se ha demostrado, mediante observaciones de campo y revisión de informes de laboratorio, la urgencia de implementar un sistema de desinfección en el acueducto de Las Nubes, para evitar riesgos en la salud pública y ambiental.

#### **Conclusión 2**

Existe una alta vulnerabilidad del proyecto en términos legales que se atribuye a que la gran mayoría de los terrenos de las nacientes no pertenecen a las ASADAS en estudio, situación que puede ocasionar conflictos socioambientales en el futuro.

#### **Conclusión 3**

Se evidenció, por medio del aforo realizado a la naciente del acueducto de San Bosco y Los Olivos, que esta presenta un caudal 20% menor, es decir, de (8 l/s), que el caudal esperado de 10 l/s por la institución gubernamental (AyA).

#### **Conclusión 4**

Según la disponibilidad, legalidad y accesibilidad a la totalidad de nacientes en estudio se logró realizar una visita de campo a 8 de las 11 nacientes, en las cuales se constató que únicamente la naciente Heliconia de la ASADA de Cabeceras cumple con el reglamento de zonas de protección de nacientes (radio de 200 metros).

#### **Conclusión 5**

Los balances hídricos en la totalidad de las ASADAS muestran datos positivos en proyecciones futuras para abastecer de agua potable y otorgar nuevos servicios a las comunidades, pese a que estos resultados únicamente son resultados en un escenario lluvioso.

#### **Conclusión 6**

Es importante realizar un estudio más detallado en el cual se contemple el año hidrológico en relación con los balances hídricos de cada ASADA en estudio, con el fin de determinar si es necesario solicitar ante la Dirección de Aguas un aumento en el caudal concesionado o desarrollar un proyecto de interconexión de acueductos.

### **7.2 Recomendaciones**

#### **Recomendación 1**

Se recomienda implementar con la brevedad posible el sistema de desinfección por medio de cloración del acueducto de Las Nubes en los posibles puntos estratégicos, como por ejemplo en la entrada o en la salida del tanque de almacenamiento. Se cotizó un clorador de cámara seca para ser instalado en el acueducto de Las Nubes y los costos de este se pueden observar en la tabla 20. Llevar el control de este sistema de cloración le corresponde al fontanero de la ASADA quien debe hacerlo por medio de una bitácora de registro.

**Tabla 20.** Costos del sistema de cloración.

<b>ítem</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Clorador por cámara seca</b>	<b>1</b>	<b>¢200.000</b>
<b>Pastillas de cloración Accu-Tab</b>	<b>1 cubeta de 25 kg</b>	<b>¢145.000</b>

Fuente: Liga Comunal del Agua, 2021.

## **Recomendación 2**

Se recomienda a las ASADAS en estudio comprar los terrenos en donde se ubican sus nacientes para evitar posibles conflictos socioambientales que se puedan generar en el futuro.

Esto conlleva una inversión económica importante en comparación con la situación financiera de las ASADAS en estudio, sin dejar de lado los problemas legales con los dueños de estos terrenos, debido a que muchos son sus fuentes de trabajo.

## **Recomendaciones 4, 5 y 6**

Se recomienda realizar un estudio hidrogeológico de la zona de estudio que pueda evidenciar los aforos de las nacientes durante los meses de la época seca y lluviosa, con el objetivo de determinar los balances hídricos de las ASADAS y poder conocer su capacidad hídrica. Por otro lado, también deben determinarse las zonas de protección de las nacientes faltantes. Se sugiere contratar el servicio de estudio hidrológico que tiene un costo de alrededor de los \$253 000, el cual sería financiado por las ASADAS de Las Nubes, Cabeceras, San Bosco y Los Olivos y La Esperanza, o buscar el financiamiento por parte de alguna organización no gubernamental.

## Referencias

- Araya-García. (2005). Situación actual del entorno del Lago Arenal. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-SituacionActualDelEntornoDelLagoArenal-4796063.pdf>
- Becerra M, Sainz J & Muñoz C, (2006). los conflictos por agua en México, diagnóstico y análisis. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/133/13315104.pdf>
- Becerra, M., Sainz, J. & Muñoz, C. (2006). Los conflictos por el agua en México. Diagnóstico y análisis. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/133/13315104.pdf>
- Castillo, R. (2013). Diagnóstico de los acueductos rurales de Coyolar, Matapalo, Santa Lucía y Arizona del cantón de Abangares, Guanacaste, y propuestas para su mejoramiento. Universidad de Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3577>
- Fernández, E. (2021). Región Chorotega presenta la mayor cantidad de operación de ASADAS en el país versus la más deficiente en calificación. Recuperado de <https://www.periodicomensaje.com/guanacaste/6854-region-chorotega-presenta-la-mayor-cantidad-de-operacion-de-ASADAS-en-el-pais-versus-la-mas-deficiente-en-calificacion>
- Global Water Partnership. (2013). Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal. Recuperado de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf)
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2018). Informe de Inversiones al 31 de diciembre 2017. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20final%20de%20Gesti%C3%B3n%20AyA%202014%202018.pdf>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2013). Informe Cuestión de la Gestión de los Recursos Hídricos y las Aguas Residuales desde una Perspectiva de Derechos Humanos. Recuperado de <https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Water/ContributionsWasteWater/CostaRica.pdf>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2017). Norma Técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf>
- Instituto de Desarrollo Rural. (2015). Informe de Caracterización Básica Territorio Abangares-Cañas-Bagaces-Tilarán. Recuperado de <https://www.inder.go.cr/acbt/Caracterizacion->

[Abangares-Canas-Bagaces-Tilaran.pdf](#)

Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. (2021). Tilarán. Recuperado de [https://www.ifam.go.cr/?page\\_id=645](https://www.ifam.go.cr/?page_id=645)

Lockwood, H. (2004). Estudio de aspectos institucionales del desarrollo de los acueductos rurales en Costa Rica. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Estudio%20de%20aspectos%20institucionales%20de%20desarrollo%20de%20los%20acueductos%20rurales%20en%20Costa%20Rica.pdf>

López, R. (2003). Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. [https://www.academia.edu/38610655/Elementos\\_de\\_Dise%C3%B1o\\_para\\_Acueductos\\_y\\_Alcantarillados](https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Dise%C3%B1o_para_Acueductos_y_Alcantarillados) Ing Ricardo Alfredo L%C3%B3pez Cualla

López-Roldán, P.; Fachelli, S. (2016). Análisis de regresión. En P. López-Roldán y S. Fachelli, Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. 1ª edición. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/record/163569>

Ministerio de Agricultura y ganadería. (2015). Caracterización de la agencia de extensión agropecuaria Tilarán. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/regiones/chorotega/CARACTERIZACION-AEA-TILARAN.pdf>

Ministerio de Salud. (2005). Reglamento para la Calidad del Agua Potable. [https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores\\_en\\_salud/comision\\_agua\\_segura/legislacion/CAS\\_reglamento\\_calidad\\_agua\\_potable.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/comision_agua_segura/legislacion/CAS_reglamento_calidad_agua_potable.pdf)

Ministerio de Salud. (2005). Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Recuperado de [https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores\\_en\\_salud/comision\\_agua\\_segura/legislacion/CAS\\_reglamento\\_calidad\\_agua\\_potable.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/comision_agua_segura/legislacion/CAS_reglamento_calidad_agua_potable.pdf)

Ortega F., (2008). El método Delphi, prospectiva en Ciencias Sociales a través del análisis de un caso práctico. Revista Escuela de Administración de Negocios, núm. 64, septiembre-diciembre, pp. 31-54. Universidad EAN, Bogotá, Colombia.

Pérez, J. (2017). Tipos y diseños de investigación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/pereztovar/tipos-y-diseos-de-investigacin-71927378>

Rodríguez, L. (2019). Costa Rica enfrentó 134 conflictos por el agua en una década. La ausencia de

una nueva Ley de Aguas es el principal cuello de botella para avanzar en la gestión integral del recurso hídrico en tiempos de cambio climático. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/03/27/costa-rica-enfrento-134-conflictos-por-el-agua-en-una-decada.html>

Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2014). Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw Hill Interamericana.

Solano & Villalobos. (s,f). Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Recuperado de <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Regionalizaci%C3%B3n+clim%C3%A1tica+de+Costa+Rica>

Villón, B. (2004). Hidrología. Cartago, Costa Rica Editorial Tecnológico de Costa Rica.

Zamora, L. (2013). Diagnóstico del acueducto de Santa Cruz y propuestas de mejora. Universidad de Costa Rica. Recuperado

de <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Diagn%C3%B3stico%20del%20acueducto%20de%20Santa%20Cruz%20y%20propuesta%20de%20mejora%20%20Esteban%20Bejarano%20SP.pdf>

# ANEXOS

## Anexo 1. Diagnóstico Plan de Mejora y Eficiencia.

PME



PME La Esperanza

### 2. Cuestionario de Autoevaluación

Actualizar

	Preguntas	Seleccione la respuesta a cada pregunta	Respuesta	CALIFICACIÓN	
				Pts	%
Gestión Comercial	1. ¿Qué tipo de sistema de facturación se utiliza para los usuarios?	<input type="radio"/> No hay <input type="radio"/> Manual <input checked="" type="radio"/> Sistema Electrónico	Sistema Electrónico	2.0	1.0%
	2. ¿Cada cuánto se hace la lectura de los hidrómetros a los usuarios?	<input type="radio"/> No hay <input type="radio"/> Bimensual <input checked="" type="radio"/> Mensual	Mensual	2.0	1.0%
	3. ¿Cuál es el porcentaje de cobertura de hidrómetros instalados?	<input type="radio"/> No hay <input type="radio"/> Menor o igual a 50% <input type="radio"/> Entre 50% y 75% <input checked="" type="radio"/> Mayor a 75%	Mayor a 75%	3.0	1.0%
	4. ¿Tienen disponibilidad de agua para la expansión de los servicios?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	5. ¿Cuentan con un sistema de macromedición?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	6. ¿Se ofrece un sistema de recaudación externa?	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí	Sí	1.0	1.0%
	7. ¿Cuál es porcentaje de morosidad mensual?	<input type="radio"/> Más de 10% <input checked="" type="radio"/> Menos de 10% <input type="radio"/> 0%	Menos de 10%	1.5	0.5%
	8. ¿Aplica la tarifa vigente regulada por ARESEP?	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí	Sí	1.0	5.0%
	9. ¿Qué tipo de local se utiliza para la atención de los usuarios?	<input type="radio"/> No se cuenta con un lugar <input checked="" type="radio"/> Vivienda Particular <input type="radio"/> Instalación Comunal <input type="radio"/> Oficina	Vivienda Particular	1.0	1.0%
	10. ¿Cuenta con un sistema de seguimiento de quejas?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
Gestión Comunal	11. ¿Se organizan campañas para involucrar a las escuelas/colegios que busquen crear conciencia del uso adecuado del agua?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	12. ¿Se realiza rendición de cuentas y transparencia de la gestión de la ASADA hacia la comunidad?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Poco <input type="radio"/> Sí, regularmente	No	0.0	0.0%
	13. ¿Posee con una estrategia de afiliación de usuarios al servicio?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	14. ¿Cuál es el porcentaje de participación de socios en las Asambleas?	<input checked="" type="radio"/> No hay <input type="radio"/> Menor a 50% <input type="radio"/> Entre 50% y 75% <input type="radio"/> Más de 75%	No hay	0.0	0.0%
	15. ¿Qué porcentaje de usuarios son socios?	<input checked="" type="radio"/> No hay <input type="radio"/> Menor a 50% <input type="radio"/> Entre 50% y 75% <input type="radio"/> Más de 75%	No hay	0.0	0.0%
Gestión Ambiental y de Recurso Hídrico	16. ¿Se cuenta con estudios técnicos para definir el balance hídrico?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	17. ¿Se cuenta con programas de adaptación al cambio climático?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	18. ¿Se cuenta con estudio técnico que define las áreas de protección?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	19. ¿Se están desarrollando programas de educación ambiental en la comunidad?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	20. ¿Las fuentes están inscritas como caudales ante el MINAE?	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí	Sí	1.0	3.0%
Gestión de Sistemas de Agua	21. ¿Se hacen las mediciones de presión periódicas al sistema de abastecimiento?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	22. ¿Cuentan con un plan de instalación de hidrantes avalado por el Cuerpo de Bomberos?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/>	No	0.0	0.0%
	23. ¿Los hidrantes poseen una contabilidad separada a los servicios de agua?	<input checked="" type="radio"/> No hay <input type="radio"/> Sí	No hay	0.0	0.0%
	24. ¿Cuenta con Sistema de Desinfección?	<input type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> Sí, funcionando adecuadamente	Sí, funcionando adecuadamente	2.0	3.0%
	25. ¿Se tiene un plan de Gestión del Riesgo (Vulnerabilidades y amenazas)?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%
	26. ¿Cada cuánto realiza los análisis de calidad de agua?	No hay <input checked="" type="radio"/> Anual <input type="radio"/> Semestral <input type="radio"/> Trimestral	Anual	1.0	1.0%
	27. ¿El resultado del análisis cumple con el Reglamento de Agua Potable?	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí	Sí	1.0	12.0%
	28. ¿Se realizan las medidas correctivas con base en los análisis reportados por el laboratorio asignado?	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí	Sí	1.0	2.0%
	29. ¿Con qué frecuencia se presentan interrupciones (mayor a 6hrs) por roturas, fugas o desacoples en la tubería de distribución para el último año?	<input type="radio"/> Mensual <input type="radio"/> 3 veces/Año <input type="radio"/> 2 veces/Año <input checked="" type="radio"/> Ninguna 100% continuo	Ninguna 100% continuo	3.0	2.0%
	30. ¿Tiene manual de mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento de agua?	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí	No	0.0	0.0%

## Anexo 2. Diagnóstico Plan de Mejora y Eficiencia.

PME



PME La Esperanza

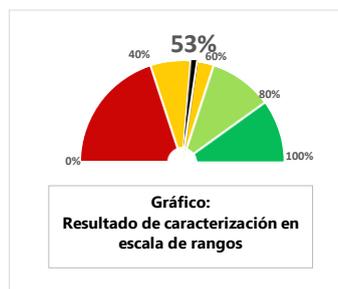
Gestión Administrativa y Financiera	31. ¿Dónde se custodian los ingresos?	Custodia Física <input checked="" type="radio"/> En ASADA	Cuenta Bancaria <input type="radio"/> particular	Cuenta Bancaria <input checked="" type="radio"/> ASADA	Cuenta Bancaria ASADA	2.0	1.0%	
	32. ¿Existe un plan de trabajo anual que sirva como guía al trabajo a realizar durante el año?	<input checked="" type="radio"/> No tienen	<input type="radio"/> Sin actualizar	<input type="radio"/> Al día	No tienen	0.0	0.0%	
	33. ¿Cuentan con un libro de socios?	<input type="radio"/> No cuentan	<input type="radio"/> Sin actualizar	<input checked="" type="radio"/> Al día	Al día	2.0	1.0%	
	34. ¿Cuentan con un libro de actas de Asambleas?	<input type="radio"/> No tienen	<input type="radio"/> Sin actualizar	<input checked="" type="radio"/> Al día	Al día	2.0	1.0%	
	35. ¿Cuentan con libro de actas de la Junta Directiva?	<input type="radio"/> No tienen	<input type="radio"/> Sin actualizar	<input checked="" type="radio"/> Al día	Al día	2.0	1.0%	
	36. ¿Cuenta con el convenio de delegación?	<input type="radio"/> No	<input checked="" type="radio"/> Sí		Sí	1.0	10.0%	
	37. ¿Se tiene un fontanero contratado por la ASADA?	<input type="radio"/> No	<input checked="" type="radio"/> Sí		Sí	1.0	3.0%	
	38. ¿Cuenta con servicios de contabilidad para llevar los libros contables al día?	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Sí		No	0.0	0.0%	
	39. ¿Cuentan con Estados financieros actualizados al último trimestre?	<input checked="" type="radio"/> No tienen	<input type="radio"/> Desactualizado	<input type="radio"/> Actualizado	No tienen	0.0	0.0%	
	40. En qué medios se respalda la información Financiera?	<input type="radio"/> No hay	<input checked="" type="radio"/> Medios físicos	<input type="radio"/> Medios electrónicos	Medios físicos	1.0	0.5%	
	41. Los Estados Financieros son enviados al AyA anualmente	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Sí		No	0.0	0.0%	
	42. ¿Se cuenta con un lugar que funcione como bodega de materiales para la operación y mantenimiento?	<input type="radio"/> No hay	<input type="radio"/> Vivienda Particular	<input checked="" type="radio"/> Instalación Comunal	<input type="radio"/> Bodega	Instalación Comunal	2.0	0.7%
	43. ¿Cuentan con sistemas para gestión de ASADAS?	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Herramientas Físicas	<input type="radio"/> Herramientas Digitales	<input checked="" type="radio"/> Software	Software	3.0	1.0%
Gestión Saneamiento	La ASADA cuenta con Alcantarillado Sanitario Si su respuesta es "No": ha terminado el cuestionario, si es "Sí": continúe el cuestionario	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Sí					
	44. ¿Cuál es la condición del Alcantarillado Sanitario?	<input type="radio"/> Sin tratamiento	<input type="radio"/> Previsto para tratamiento	<input type="radio"/> Con tratamiento		0.0	0.0%	
	45. ¿Se presentan reportes operacionales del Alcantarillado Sanitario?	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Sí			0.0	0.0%	
	46. ¿Cuál es el estado de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)?	<input type="radio"/> Malo	<input type="radio"/> Regular	<input type="radio"/> Bueno	<input type="radio"/> Excelente		0.0	0.0%
<b>TOTAL</b>						<b>37</b>	<b>53%</b>	

### 2.1 Resultado general

Actualizar

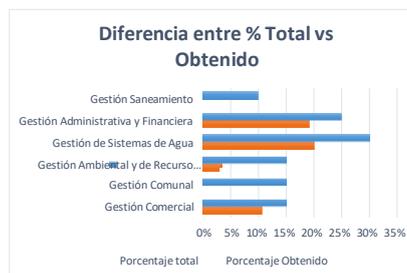
Categoría	Puntuación	Porcentaje
C	37	52.7%
En desarrollo bajo		

Tabla de Rangos	Porcentaje
A - Consolidada	80% a 100%
B - En desarrollo alto	Entre 60% y 79%
C - En desarrollo bajo	Entre 40% y 59%
D - Débil	Menor a 40%



### 2.2 Resultado por Eje temático

Eje temático	Puntos totales	Porcentaje total	Puntos obtenidos	Porcentaje Obtenido
Gestión Comercial	17	15%	12	11%
Gestión Comunal	10	15%	0	0%
Gestión Ambiental y de Recurso Hídrico	5	15%	1	3%
Gestión de Sistemas de Agua	15	30%	8	20%
Gestión Administrativa y Financiera	24	25%	16	19%
Gestión Saneamiento	6	10%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>110%</b>	<b>37</b>	<b>53%</b>



**Anexo 3.** Tanque de almacenamiento de Las Nubes.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 4.** Interior del tanque de almacenamiento Las Nubes.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 5.** Caja de inspección 2 Las Nubes.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 6.** Captación naciente Vargas 1 de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 7.** Captación naciente Vargas 2 de Cabeceras.



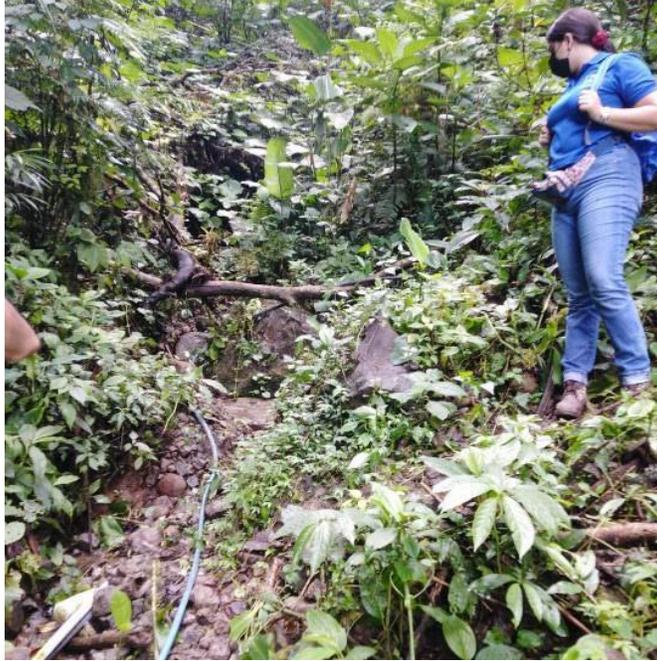
Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 8.** Toma de agua ilegal en la naciente Vargas 2 de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 9.** Captación nacientes Las Minas de Cabeceras.



Fuente: Chacón, 2021.

**Anexo 10.** Captación nacimiento Las Minas 1 de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 11.** Captación naciente Las Minas de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 12.** Naciente Las Minas de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 13.** Tubería nacientes Las Minas de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 14.** Tanque de almacenamiento de reunión de las nacientes Las Minas de Cabeceras.



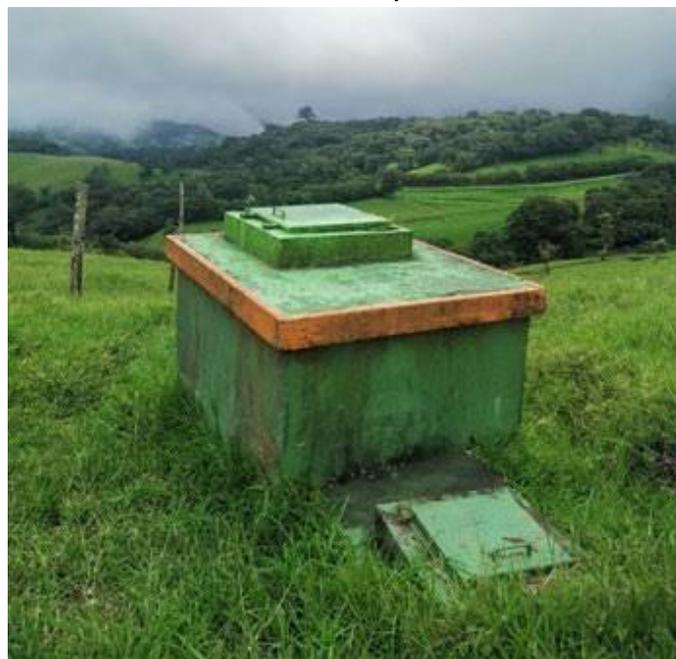
Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 15.** Cerca de protección perimetral de las nacientes Las Minas de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 16.** Quiebra gradiente 2 de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 17.** Tanque de cloración de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 18.** Clorador de Caebeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 19.** Captación de la naciente Santa Ana de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 20.** Tanques de almacenamiento principales.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 21.** Tanques de almacenamiento principales de Cabeceras.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 22.** Tanque de almacenamiento 2 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 23.** Tanque de almacenamiento 3 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 24.** Tanque almacenamiento 2 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 25.** Tanque almacenamiento 2 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 26.** Clorador de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 27.** Llaves de regulación de ingreso de agua al tanque 2 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 28.** Tanque de almacenamiento 1 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 29.** Captación naciente Ulate 2 de La Esperanza.



Fuente: Gómez, 2021.

**Anexo 30.** Tanque de almacenamiento de San Bosco y Los Olivos.



Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 31.** Clorador de San Bosco y Los Olivos.



Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 32.** Macromedidor de San Bosco y Los Olivos.



Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 33.** Fuga de agua en San Bosco y Los Olivos.



Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 34.** Línea de conducción de San Bosco y Los Olivos.



Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 35.** Lista de presentes en la reunión con las juntas directivas en San Bosco y Los Olivos.

Inscripción  
Pública.

Victor Hugo Chavón AyA.

Alexander Campos Perez cabeceras  
Marvin Picado Araya cabeceras  
Bernal Villagas vealve Las Nubes  
Marcos Zamora Alvarez Las Nubes  
Minor Rodríguez Ramirez Cabecera  
Gerardina Dátaro Ramis Cabeceras  
Lideth Cruz Alvarado La Esperanza.  
Yanori Peña Aguirre La Esperanza.  
Dennis Vargas Barquero La Esperanza  
Juan Bta Vargas S. Las Nubes  
Marvin Vargas S. Las Nubes  
Jordin Campos Méndez La Esperanza-Cabeceras  
Corina Gómez Vargas UNA  
LIDIANA ROJAS S AYA

Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 36.** Reunión con las juntas directivas.



Fuente: Propia, 2021.

**Anexo 37.** Productos comunicativos entregados.



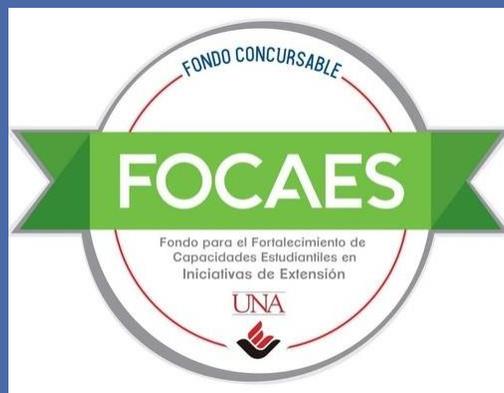
Fuente: Propia, 2021

# ¿Cuál es la importancia de proteger nuestras nacientes?

El agua es un elemento esencial para la vida y su escasez causa problemas en la salud y el ambiente. Muchos conflictos futuros se darán por la escasez de este recurso, por lo que manejar, proteger y conservar las fuentes de agua como las nacientes, es fundamental para tener disponibilidad de agua en cantidad y calidad. Y así generar más oportunidades de mejora económica y social a las comunidades rurales y urbanas.



Elaborado por:  
Chacón & Gómez, 2021.  
Con el apoyo de



## ¿CÓMO PROTEGER NUESTRAS NACIENTES?



# ¿Cómo se establecen las áreas de protección para las nacientes?



## **ASADA LA ESPERANZA**

**Fuentes de abastecimiento: 2 nacientes.**



## **ASADA CABECERAS**

**Fuentes de abastecimiento: 4 nacientes.**

En Costa Rica existe la Política Nacional de Áreas de Protección de Ríos Quebradas, Arroyos y Nacientes creada en el año 2020 y está establece lo siguiente:

- El artículo 33 de la Ley forestal No. 7575 establece que las áreas de protección en nacientes son definidas en un radio de 100 metros medidos de manera horizontal. El perímetro aumenta cuando la naciente está captada para uso poblacional y en estos casos aplica un retiro no menor a 200 metros de radio, según lo establece el artículo 31 de la Ley de Aguas No. 276.
- El artículo 149 de la ley de Aguas No. 276 prohíbe destruir tanto en bosques nacionales como en los particulares, los árboles situados a menos de 60 metros de las nacientes que nazcan en los cerros, o a menos de 50 metros de los que nazcan en terrenos planos.



## **ASADA LAS NUBES**

**Fuente de abastecimiento: 1 naciente.**



## **ASADA SAN BOSCO Y LOS OLIVOS**

**Fuente de abastecimiento: 1 naciente.**

## El agua como recurso vital

Según la GWP (2013) establece que el agua es un recurso vital para la conservación de cualquier tipo de vida en el planeta Tierra. Esta contribuye al desarrollo social y económico de los países, debido a que el agua es necesaria para la producción de alimentos, la industria, generación de electricidad, el desarrollo turístico, etc. Sin embargo, hay lugares que carecen de este recurso por diversas razones, que van desde una distribución irregular, a debilidades en la administración y prestación del servicio atribuidas a dificultades económicas y técnicas.



Elaborado por:  
Chacón & Gómez, 2021.  
Con el apoyo de



¿Cuál es la importancia de la gestión integrada del recurso hídrico?



## ¿Qué es la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH)?

Es una herramienta fundamental para que el estado, los gobiernos locales, los miembros de las comunidades, el sector industrial y agrícola, gestionen de manera sostenible el uso del recurso hídrico asegurando su permanencia en calidad y cantidad, tomando en cuenta las opiniones de todos, para que así se propicie el desarrollo integral de una determinada zona.

## ¿Cómo podemos iniciar con la gestión integrada del recurso hídrico en nuestras comunidades?

Como miembros de una comunidad podemos mostrar sensibilidad, comprensión y apertura a atender las diferentes necesidades que existen desde los diferentes sectores, entorno al uso equitativo y sostenible del agua. Por otro lado, el AyA creó el "Protocolo de integración y fusión de ASADAS", herramienta la cual fortalece las capacidades administrativas y operacionales de los acueductos comunales.

## Reflexión

Sabemos que la gestión integrada del recurso hídrico es un reto que requiere la participación de todos, es por esto que representa un compromiso con el cuidado de esta fuente vida que es el agua, la cual es una fuente compartida para el bien de todos.



FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FPT-301A
Versión: 1	– INFORMACIÓN GENERAL DEL ACUEDUCTO –	

### I) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del Acueducto Cabeceras

Región Pacífico Norte Fecha: 24/09/2021

Provincia Guanacaste Cantón Tilarán Distrito Cabeceras

Acueducto administrado por:

AyA  ASADA  Municipalidad  Otro indicar \_\_\_\_\_

Nombre administrador o encargado del acueducto: Jordin Campos

Teléfono 88575007 Correo electrónico [ASADAcabeceras16@gmail.com](mailto:ASADAcabeceras16@gmail.com)

Nombre del fontanero del acueducto: \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Cuentan con convenio con AyA: SI  NO

Cuenta con un plan anual de operación y mantenimiento de las estructuras: SI  NO

Caudal captado (L/s): \_\_\_\_\_

El acueducto está formado por \_\_\_\_\_ sistemas (Se debe indicar el N° de sistemas que forman el acueducto)

El acueducto cuenta con desinfección: SI  NO  Está operando SI  NO

Indique el tipo de desinfección utilizado para cada uno de los sistemas:

Sistema 1 Clorador (Pastilla) Sistema 3 \_\_\_\_\_

Sistema 2 \_\_\_\_\_ Sistema 4 \_\_\_\_\_

Existen áreas de protección: SI  NO

Existen campañas de reforestación: SI  NO

El acueducto participa en alguno de los Programas del LNA? SI  NO  CUAL \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fecha de Inspección: 24/09/2021 Firma representante del acueducto: No aplica

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-302A
Versión: 1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre del tanque: Tanque almacenamiento 1 y 2

Dirección del tanque (coordenadas): Latitud 10.35789070 Longitud -84.86887799

El agua viene de: Naciente Santa Ana El agua va para: Red de distribución

Se clora el tanque: Sí:  No:  Volumen del tanque (m³): 22000 litros

Tipo de tanque: Elevado:  A nivel:  Enterrado:  Semienterrado:

Tipo de material: Concreto:  Metálico:  Plástico:

Estado general del tanque: Bueno:  Regular:  Malo:

Estado de la pintura: Buena:  Regular:  Mala:  No tiene:

Frecuencia de limpieza: Mensual:  Bimensual:  Trimestral:  Semestral:  Anual:   
 Otra (especifique): \_\_\_\_\_

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Fiesgo
1. (*) ¿Están las paredes agrietadas (concreto, mampostería, plástico) o herrumbradas (metálico)?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
2. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y/o sin sistema seguro de cierre?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
3. (*) ¿La acera alrededor del tanque es de menos de 0,80 m de ancho o inexistente?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
4. ¿La losa superior o techo está en malas condiciones de impermeabilidad?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
5. ¿El nivel del agua en el tanque es menos de ¼ del volumen total o están las escaleras internas herrumbradas?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
6. (*) ¿Existe plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas y animales dentro del tanque?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
7. (*) ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección perimetral alrededor del tanque?	/ <input checked="" type="checkbox"/>
8. (*) ¿Está el lote donde se ubica el tanque, sucio o enmontado?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
9. (*) ¿Existen focos de contaminación a menos de 20 m del tanque, tales como: letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
10. (*) ¿Carece el tanque de rejilla de protección en respiraderos y tubería de rebose?	/ <input checked="" type="checkbox"/>

Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):

1

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

Fecha de inspección: 24/09/2021 Firma de la persona que acompañó en la inspección: No aplica

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-302A
Versión: 1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre del tanque: Tanque almacenamiento 3

Dirección del tanque (coordenadas): Latitud 10.35789070 Longitud -84.86887799

El agua viene de: Naciente Santa Ana El agua va para: Red de distribución

Se clora el tanque: Sí:  No:  Volumen del tanque (m³): 5000 L

Tipo de tanque: Elevado:  A nivel:  Enterrado:  Semienterrado:

Tipo de material: Concreto:  Metálico:  Plástico:

Estado general del tanque: Bueno:  Regular:  Malo:

Estado de la pintura: Buena:  Regular:  Mala:  No tiene:

Frecuencia de limpieza: Mensual:  Bimensual:  Trimestral:  Semestral:  Anual:   
 Otra (especifique): \_\_\_\_\_

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	F riesgo
1. (*) ¿Están las paredes agrietadas (concreto, mampostería, plástico) o herrumbradas (metálico)?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
2. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y/o sin sistema seguro de cierre?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
3. (*) ¿La acera alrededor del tanque es de menos de 0,80 m de ancho o inexistente?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
4. ¿La losa superior o techo está en malas condiciones de impermeabilidad?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
5. ¿El nivel del agua en el tanque es menos de ¼ del volumen total o están las escaleras internas herrumbradas?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
6. (*) ¿Existe plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas y animales dentro del tanque?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
7. (*) ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección perimetral alrededor del tanque?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
8. (*) ¿Está el lote donde se ubica el tanque, sucio o enmontado?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
9. (*) ¿Existen focos de contaminación a menos de 20 m del tanque, tales como: letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
10. (*) ¿Carece el tanque de rejilla de protección en respiraderos y tubería de rebose?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):	1

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

24/09/2021

Firma de la persona que acompañó en la inspección:

No aplica

Fecha de inspección:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-302A
Versión: 1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre del tanque: Tanque almacenamiento 4

Dirección del tanque (coordenadas): Latitud 10.35789070 Longitud -84.86887799

El agua viene de: Naciente Santa Ana El agua va para: Red de distribución

Se clora el tanque: Sí:  No:  Volumen del tanque (m³): 17 000 L

Tipo de tanque: Elevado:  A nivel:  Enterrado:  Semienterrado:

Tipo de material: Concreto:  Metálico:  Plástico:

Estado general del tanque: Bueno:  Regular:  Malo:

Estado de la pintura: Buena:  Regular:  Mala:  No tiene:

Frecuencia de limpieza: Mensual:  Bimensual:  Trimestral:  Semestral:  Anual:   
 Otra (especifique): \_\_\_\_\_

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Fiesgo
1. (*) ¿Están las paredes agrietadas (concreto, mampostería, plástico) o herrumbradas (metálico)?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
2. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y/o sin sistema seguro de cierre?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
3. (*) ¿La acera alrededor del tanque es de menos de 0,80 m de ancho o inexistente?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
4. ¿La losa superior o techo está en malas condiciones de impermeabilidad?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
5. ¿El nivel del agua en el tanque es menos de ¼ del volumen total o están las escaleras internas herrumbradas?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
6. (*) ¿Existe plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas y animales dentro del tanque?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
7. (*) ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección perimetral alrededor del tanque?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
8. (*) ¿Está el lote donde se ubica el tanque, sucio o enmontado?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
9. (*) ¿Existen focos de contaminación a menos de 20 m del tanque, tales como: letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial?	S / <input checked="" type="checkbox"/>
10. (*) ¿Carece el tanque de rejilla de protección en respiraderos y tubería de rebose?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):	3

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

Fecha de inspección: 24/09/2021 Firma de la persona que acompañó en la inspección: No aplica

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-300A
Versión: 1	NACIENTE	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre de la naciente: Vargas 1

Dirección de la naciente (coordenadas): Latitud 10.326274588 Longitud -84.84139669

Se clora en la naciente: Sí:  No:  El agua va para: Quebra gradiente 1

Tipo de captación: Drenaje:  Caja:  Mixta:  Visible:

Características de la naciente:

Hay caja de reunión: Sí:  No:  Caudal (l/s): 2.98 l/s

Acceso: Bueno:  Regular:  Malo:

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesgo
1. (*) ¿Carece la naciente de cerca de protección perimetral que la proteja del acceso de personas y animales o está defectuosa?	S / N
2. ¿Carece la naciente de caja de captación que la proteja de la contaminación ambiental?	S / N
3. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y sin sistema seguro de cierre?	S / N
4. ¿Presentan grietas las paredes o la losa superior de la captación?	S / N
5. ¿Carece la losa superior de pendiente para que no se empoce el agua?	S / N
6. ¿Carece la captación de un sistema para desviar el agua de escorrentía?	S / N
7. (*) ¿Se encuentran dentro de la captación plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas, animales?	S / N
8. (*) ¿Carece de rejilla en las tuberías de rebalse y limpieza?	S / N
9. (*) ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación, tales como letrinas, animales, viviendas, basura, calles públicas, a menos de 20 m?	S / N
10. (*) ¿Se encuentra la naciente ubicada: aguas abajo de zonas de actividad agrícola o industrial, en zonas volcánicas o está el sitio deforestado?	S / N
Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):	7

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

---



---

Fecha de inspección: 24/09/2021 Firma de la persona que acompañó en la inspección: No aplica

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-300A
Versión: 1	NACIENTE	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre de la naciente: Vargas 2

Dirección de la naciente (coordenadas): Latitud - Longitud -

Se clora en la naciente: Sí:  No:  El agua va para: Quiebra gradiente 1

Tipo de captación: Drenaje:  Caja:  Mixta:  Visible:

Características de la naciente:

Hay caja de reunión: Sí:  No:  Caudal (l/s): Se desconoce

Acceso: Bueno:  Regular:  Malo:

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesgo
1. (*) ¿Carece la naciente de cerca de protección perimetral que la proteja del acceso de personas y animales o está defectuosa?	S / N
2. ¿Carece la naciente de caja de captación que la proteja de la contaminación ambiental?	S / N
3. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y sin sistema seguro de cierre?	S / N
4. ¿Presentan grietas las paredes o la losa superior de la captación?	S / N
5. ¿Carece la losa superior de pendiente para que no se empoce el agua?	S / N
6. ¿Carece la captación de un sistema para desviar el agua de escorrentía?	S / N
7. (*) ¿Se encuentran dentro de la captación plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas, animales?	S / N
8. (*) ¿Carece de rejilla en las tuberías de rebalse y limpieza?	S / N
9. (*) ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación, tales como letrinas, animales, viviendas, basura, calles públicas, a menos de 20 m?	S / N
10. (*) ¿Se encuentra la naciente ubicada: aguas abajo de zonas de actividad agrícola o industrial, en zonas volcánicas o está el sitio deforestado?	S / N
Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):	6

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

---

Fecha de inspección: 24/09/2021 Firma de la persona que acompañó en la inspección: No aplica

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-300A
Versión: 1	NACIENTE	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre de la naciente: Las Minas 1, 2 y 3

Dirección de la naciente (coordenadas): Latitud 10.36816873 Longitud -84.84474148

Se clora en la naciente: Sí:  No:  El agua va para: Quiebra gradiente 1

Tipo de captación: Drenaje:  Caja:  Mixta:  Visible:

Características de la naciente:

Hay caja de reunión: Sí:  No:  Caudal (l/s): 1.25 l/s

Acceso: Bueno:  Regular:  Malo:

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesgo
1. (*) ¿Carece la naciente de cerca de protección perimetral que la proteja del acceso de personas y animales o está defectuosa?	☹ / <input checked="" type="checkbox"/>
2. ¿Carece la naciente de caja de captación que la proteja de la contaminación ambiental?	☹ / <input checked="" type="checkbox"/>
3. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y sin sistema seguro de cierre?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
4. ¿Presentan grietas las paredes o la losa superior de la captación?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
5. ¿Carece la losa superior de pendiente para que no se empoce el agua?	☹ / N
6. ¿Carece la captación de un sistema para desviar el agua de escorrentía?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
7. (*) ¿Se encuentran dentro de la captación plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas, animales?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
8. (*) ¿Carece de rejilla en las tuberías de rebalse y limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/> / N
9. (*) ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación, tales como letrinas, animales, viviendas, basura, calles públicas, a menos de 20 m?	☹ / <input checked="" type="checkbox"/>
10. (*) ¿Se encuentra la naciente ubicada: aguas abajo de zonas de actividad agrícola o industrial, en zonas volcánicas o está el sitio deforestado?	☹ / <input checked="" type="checkbox"/>
Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):	6

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

---



---

Fecha de inspección: 24/09/2021 Firma de la persona que acompañó en la inspección: No aplica

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-300A
Versión: 1	NACIENTE	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: Cabeceras

Nombre de la naciente: Santa Ana

Dirección de la naciente (coordenadas): Latitud 10.36062814 Longitud -84.86769791

Se clora en la naciente: Sí:  No:  El agua va para: Quebra gradiente 1

Tipo de captación: Drenaje:  Caja:  Mixta:  Visible:

Características de la naciente:

Hay caja de reunión: Sí:  No:  Caudal (l/s): 0.64 l/s

Acceso: Bueno:  Regular:  Malo:

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesgo
1. (*) ¿Carece la naciente de cerca de protección perimetral que la proteja del acceso de personas y animales o está defectuosa?	S / N
2. ¿Carece la naciente de caja de captación que la proteja de la contaminación ambiental?	S / N
3. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y sin sistema seguro de cierre?	S / N
4. ¿Presentan grietas las paredes o la losa superior de la captación?	S / N
5. ¿Carece la losa superior de pendiente para que no se empoce el agua?	S / N
6. ¿Carece la captación de un sistema para desviar el agua de escorrentía?	S / N
7. (*) ¿Se encuentran dentro de la captación plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas, animales?	S / N
8. (*) ¿Carece de rejilla en las tuberías de rebalse y limpieza?	S / N
9. (*) ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación, tales como letrinas, animales, viviendas, basura, calles públicas, a menos de 20 m?	S / N
10. (*) ¿Se encuentra la naciente ubicada: aguas abajo de zonas de actividad agrícola o industrial, en zonas volcánicas o está el sitio deforestado?	S / N
Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):	3

(\*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

---

Fecha de inspección: 24/09/2021 Firma de la persona que acompaño en la inspección: No aplica