



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM–Estelí

Sostenibilidad y modelo de gestión del sistema de  
abastecimiento de agua potable en la comunidad El Pino, del  
municipio de Estelí

### Trabajo de seminario de graduación para optar

Al grado de

### Ingeniero en Energías Renovables

### Autores

Herty Joao Pérez Olivas

Nahima Gisell Laguna Balmaceda

### Tutor

Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera

Estelí, 07 de febrero del 2023



Estelí, seis de febrero de 2023

**M.Sc Josué Tomàs Urrutia Rodríguez**  
**Director del departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud**  
**FAREM-Estelí, UNAN-Managua**

Reciba mis más respetuosos saludos.

Por este medio estoy autorizando la presentación en defensa del tema de monografía titulado: **Sostenibilidad y modelo de gestión del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad El Pino, del municipio de Estelí**, que se inscribe en la línea de investigación: N°4. Ingeniera, Industria y construcción, sub línea IIC-1: Innovación, Tecnología y medio ambiente con la temática IIC-1.1 Energía Renovable de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – MANAGUA) /Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM – ESTELÍ).

Este trabajo ha sido realizado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables:

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Número de Carnet</b>
Herty Joao Pérez Olivas	18512171
Nahima Gisell Laguna Balmaceda	18512138

Atentamente,

**Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera**  
**ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0996-1567>**  
**FAREM – Estelí, UNAN -Managua**

## **Dedicatoria**

Dedicamos este éxito primeramente a Dios por ser quien nos ha regalado salud y vida durante todos nuestros años de estudio nos ha dado la fuerza, voluntad, sabiduría, paciencia y fortaleza para realizar con empeño este trabajo para culminar nuestra carrera.

A nuestros padres que todo el tiempo demostraron confianza, apoyo incondicional, moral, y siempre brindarnos su amor incondicional para no rendirnos.

A cada uno de los miembros de nuestra familia y amigos que con amor nos motivaron a seguir luchando por nuestras metas, y que hoy comparten nuestra felicidad por haberlo logrado.

A nuestro tutor Dr. Edwin Reyes, por siempre estar a disposición nuestra para brindarnos su apoyo, conocimientos, consejos y disponibilidad incondicional para cuando solicitamos de su ayuda.

A todos nuestros maestros que nos instruyeron a este camino durante estos cinco años, quienes ejercieron una ardua y difícil labor de enseñarnos, motivarnos, aconsejarnos y darnos los recursos necesarios para ser ingenieros, siendo ellos piezas esenciales en nuestra formación.

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo principal, evaluar la sostenibilidad y modelo de gestión del sistema de abastecimiento de agua potable para cubrir la demanda poblacional, en la comunidad El Pino, del municipio de Estelí. En cuanto al enfoque filosófico el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación, de corte transversal y de acuerdo a su nivel de profundidad es descriptivo. La recolección de datos se realizó a través de encuestas y la guía de observación mediante el formato PROPILAS, con el fin de determinar el estado actual del sistema, la gestión, operación y el mantenimiento del sistema. Como resultado se encontró que el estado del sistema está en proceso de deterioro a pesar de contar con una pila de almacenamiento en buen estado; las demás partes que componen el sistema no están en las condiciones óptimas, por otra parte, la gestión administrativa no se encontraba correctamente organizada; a su vez fueron caracterizadas las propiedades físico-químicas y bacteriológicas en las que se encuentra el agua del pozo. En conclusión, los hallazgos permitieron contribuir con una serie de propuestas para la mejora en la calidad, administración y operación del sistema.

Palabras clave: Gestión, agua potable, formato PROPILAS.

## **Abstract**

The present investigation had as main objective, to evaluate the sustainability and management model of the drinking water supply system to cover the population demand, in the El Pino community, in the municipality of Estelí. Regarding the philosophical approach, due to the use of data collection, analysis and data linking instruments, this study is based on the systemic integration of quantitative research methods and techniques, therefore, it is carried out using this approach, is Quantitative Research, cross-sectional and according to its level is descriptive. The data collection was carried out through surveys and the observation guide by the PROPILAS format, in order to determine the current state of the system, the management, operation and maintenance of the system. As a result, it was found that the state of the system is in the process of deteriorating despite having a storage stack in good condition; the other parts that make up the system are not in optimal conditions, on the other hand, the administrative management was not properly organized; in turn, the physical-chemical and bacteriological properties of the well water were characterized. In conclusion, the findings allowed to contribute with a series of proposals for the improvement in the quality, administration and operation of the system. As a result, it was found that the state of the system is in the process of deteriorating despite having a storage pile in good condition. state; the other parts that make up the system are not in optimal conditions, on the other hand, the administrative management was not properly organized; in turn, the physical-chemical and bacteriological properties of the well water were characterized. In conclusion, the findings allowed to contribute with a series of proposals for the improvement in the quality, administration and operation of the system.

**Keywords:** Management, drinking water, PROPILAS format.



# Índice

Capítulo I.....	1
1.1    Introducción.....	1
1.2    Planteamiento del problema.....	2
1.2.1    Caracterización del problema.....	2
1.2.2    Delimitación del problema.....	2
1.2.3    Formulación del problema.....	3
1.2.4    Sistematización del problema.....	3
1.3    Justificación.....	4
1.4    Objetivos.....	5
1.4.1    Objetivo General.....	5
1.4.2    Objetivos Específicos.....	5
Capítulo II.....	6
2.1    Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1    Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2    Antecedentes nacionales.....	8
2.2    Marco teórico.....	10
2.2.1    Prestación de servicios públicos.....	10
2.2.2    Tipos de acueductos.....	11
2.2.3    Sistema de bombeo.....	11
2.2.4    Sostenibilidad de los sistemas.....	19
2.2.5    La operación y mantenimiento del sistema de agua potable.....	22
2.2.6    Criterios de evaluación de los sistemas de agua.....	23
2.2.7    Agua.....	23
2.2.8    Comité de agua potable y saneamiento.....	29
Capítulo III.....	31
3.1    Diseño Metodológico.....	31
3.1.1    Tipo de estudio.....	31
3.1.2    Área de Estudio.....	31
3.1.3    Área de Conocimiento.....	32
3.2    Universo y muestra.....	32
3.3    Matriz de Operacionalización de variables.....	33

3.4 Métodos y técnicas de recolección de la información .....	34
3.5 Procedimiento para recolección de datos e información .....	35
Capítulo IV .....	36
4.1. Resultados y discusión.....	36
4.1.1. Condición técnica actual del sistema de abastecimiento de agua.....	36
4.1.2. Gestión, operación y mantenimiento del sistema. ....	41
4.1.3. Propiedades físico-químicas y bacteriológicas del agua .....	45
4.1.4. Propuesta mejoras en la operación del sistema .....	48
Capítulo V .....	54
5.1. Conclusiones .....	54
5.2. Recomendaciones .....	55
Bibliografía.....	56
Anexos .....	60



## Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables .....	33
Tabla 2. Datos técnicos de la bomba .....	39
Tabla 3. Gestión administrativa - PROPILAS.....	41
Tabla 4. Roles del comité del CAPS .....	43
Tabla 5. Operación y mantenimiento - PROPILAS .....	44
Tabla 6.Resultados de parámetros físicos – químicos del pozo .....	45
Tabla 7. Clasificación de las aguas según su dureza (Neira Gutiérrez, 2006) .....	47
Tabla 8. Clasificación de la calidad del agua según el rango de dureza (Neira Gutiérrez, 2006).....	47
Tabla 9.Resultados de parámetros microbiológicos del pozo .....	48
Tabla 10.Calificación A. Estado del sistema - Metodología PROPILAS .....	62
Tabla 11. Calificación A. Estado del sistema (Continuación).....	63
Tabla 12. Calificación B. Gestión del sistema - Metodología PROPILAS .....	63
Tabla 13. Calificación C. Operación y mantenimiento e interpretación de promedios - Metodología PROPILAS .....	64
Tabla 14.Tiempo de vivir en la comunidad.....	68
Tabla 15. Presupuesto de mejoras .....	76

## Índice de figuras

Figura 1. Válvula de compuerta (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).....	14
Figura 2. Válvula de mariposa (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).....	15
Figura 3. Válvula cónica (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).....	15
Figura 4. Válvula de globo(izquierda) y aguja (derecha) (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).....	16
Figura 5. Válvula de pie (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).....	17
Figura 6. Manómetro Bourdon (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).....	17
Figura 7. Almacenamiento de tipo apoyado (izquierda) y de tipo elevado (derecha) (Agüero, 1997).....	19
Figura 8. Ubicación geográfica de la Comunidad El Pino.....	32
Figura 9. Controles eléctricos.....	39
Figura 10. Planta eléctrica.....	40
Figura 11. Pila de la comunidad.....	40
Figura 12. Informe de análisis bacteriológicos del agua del pozo de la comunidad El Pino de laboratorios LAQUISA.....	60
Figura 13. Informe de análisis físico-químicos del agua del pozo la comunidad El Pino de laboratorios LAQUISA.....	61
Figura 14. Genero de representación del estudio.....	67
Figura 15. Edad de los encuestados.....	68
Figura 16. Variables Dicotómicas.....	69
Figura 17. Trabajo realizado por los CAPS.....	69
Figura 18. Aspectos de higiene y salud que manejan las personas de la comunidad.....	70
Figura 19. Calidad del agua del Sistema de agua potable.....	70
Figura 20. Toma de medidas a pila de almacenamiento.....	71
Figura 21. Pozo de la comunidad.....	72
Figura 22. Recolección de muestras de agua del pozo.....	73
Figura 23. Caudalímetro del sistema.....	74
Figura 24. Puesto público de recolección de agua.....	75

# Capítulo I

## 1.1 Introducción

El cuerpo humano está compuesto de agua en una proporción que va de la mitad a tres cuartas partes. Para evitar enfermarse, el ser humano necesita beber seis o siete vasos de agua al día, además de la que se saca de los alimentos y las bebidas, dependiendo de las actividades que se realizan, la temperatura y la humedad del ambiente, entre otros factores. La otra cara de la moneda es que a través del agua de tomar se producen enfermedades causadas por parásitos intestinales. Las grandes epidemias de la humanidad han prosperado por la contaminación del agua.

Los procesos de filtración y desinfección mediante cloro a los que se somete al agua antes del consumo humano han aumentado la expectativa de vida en muchos países. Sin el agua; no es posible sobrevivir o que tengan salud las personas; sin el agua no se puede gozar de los demás derechos humanos. Sin agua no pueden crecer las plantas ni pueden vivir los animales.

La comunidad El Pino cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable MABE, inicialmente donado por la fundación Familias Unidas, en este las personas se quejan de no recibir la suficiente cantidad de agua para subsistir, debido a las pocas horas en la continuidad del servicio.

Este documento contiene el planteamiento del problema por consiguiente su justificación y objetivos de la investigación, así mismo el marco teórico en el cual se recopilan investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta esta , posteriormente se muestra la metodología a implementar para la resolución de los objetivos con los correctos procedimientos, continuando se abordan los resultados de la investigación, por último las conclusiones de cada objetivo y recomendaciones.

La presente tiene como objetivo evaluar el sistema de la comunidad, mediante la realización de encuestas a las 72 viviendas de la zona para conocer las necesidades de los pobladores, también la observación del sistema y con ayuda del formato PROPILAS para determinar la sostenibilidad actual del mismo lo que proporcionará una serie de propuestas para mejorar tanto la calidad de la gestión administrativa como la operacional, a la misma vez la sustentabilidad y calidad del agua.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 Caracterización del problema**

A nivel global existen millones de personas en el mundo sin acceso al agua potable, esto es visto principalmente en la zona rural, lo que no permite un correcto desarrollo poblacional y repercute en la vida diaria con distintas afecciones; según datos de las Naciones Unidas (2015) alrededor de un 40% de la población es afectada por la escasez de este vital líquido, esto tiene una conexión significativa con enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento lo que además ha causado diariamente la muerte de más de 800 niños a nivel global ya sea por la contaminación o la falta de higiene de esta, a su vez se vuelve impedimento para el cumplimiento del Objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Datos de la OPS (sf) afirman que, en los países de la región de las Américas, la calidad del agua es un factor limitante del acceso a un servicio gestionado de forma segura. Los sistemas de vigilancia de calidad del agua aún no se registran como deberían, el indicador asociado a los ODS 6.1: “Calidad de agua libre de contaminantes microbiológicos y químicos (prioritariamente arsénico y flúor)”.

Datos de ENACAL (2021) afirman que los municipios en el departamento de Estelí cuentan entre un 60% y 80% en cobertura de agua potable por debajo de otros municipios como Managua, Ocotal, Telica entre otras, en estos casos las zonas rurales son las mayormente afectadas por el desabastecimiento de este suministro.

### **1.2.2 Delimitación del problema**

En la comunidad El Pino, carretera a Limay perteneciente a la ciudad de Estelí, existe un problema de abastecimiento de agua potable debido a que personas de la comunidad afirman que pasan hasta 3 días sin poder recibir nada de este líquido, limitándose a una hora de bombeo por día, a su vez dicen tener diversas enfermedades debido a la falta de higiene que causa la escasez de la misma, además de desconocer la calidad del agua con la que cuentan actualmente.

Según una encuesta realizada a los pobladores de la comunidad se supo que el agua potable no llega a cada hogar por tal motivo las personas de la comunidad se ven a la obligación de ir a un puesto público donde todos llenan de una cantidad limitada de este líquido, asimismo

las personas que viven en la zona más alta de la comunidad se les dificulta el acceso a esta ya que les toca bajar al puesto por la razón de que el agua no llega hasta esta zona lo que a su vez genera una dificultad de proveerse de manera equitativa creando perjuicios en su calidad y cantidad.

Del mismo modo a pesar de contar con un sistema de abastecimiento de agua eléctrico, no cuentan con un personal encargado del mantenimiento eléctrico, siendo propenso a que cada vez que ocurre una avería en el sistema se vean en la tarea de buscar un especialista y esperar a que este esté disponible para poder poner el sistema en funcionamiento nuevamente, lo mismo pasa con averías grandes en la red de distribución del sistema debido a que la persona encargada no está aun altamente capacitado en fontanería, esto además repercute en que el sistema siempre esté expuesto al mal uso, por lo tanto existen fugas en diversos puntos, así como en las llaves que abastecen de agua potable a la población. Así pues, es evidente la falta de una buena gestión por parte del CAPS encargados del sistema en la comunidad.

### **1.2.3 Formulación del problema**

A partir de la caracterización y delimitación del problema de la investigación se conoce la pregunta principal. ¿Cómo evaluar la sostenibilidad y modelo de gestión del sistema de abastecimiento de agua potable para cubrir la demanda poblacional, en la comunidad El Pino, del municipio de Estelí, en el segundo semestre del año 2022?

### **1.2.4 Sistematización del problema**

Con base en la pregunta principal se presentan las preguntas de la sistematización del problema a continuación:

- ¿Cómo estimar la condición técnica actual del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua instalado?
- ¿Cómo identificar el tipo de gestión, operación y mantenimiento del mismo, en la comunidad El Pino?
- ¿Cómo examinar las propiedades físico-químicas y bacteriológicas del agua de consumo del sistema?
- ¿Cómo proponer mejoras en la operación del sistema de abastecimiento que contribuyan a la sostenibilidad y modelo de gestión del mismo?

### **1.3 Justificación**

El agua contribuye a la estabilidad y regulación de los entornos, del medio ambiente y de los organismos que habitan en este, por lo tanto, se convierte en un factor que determina la supervivencia de la fauna y flora del planeta. El agua es de suma importancia para el bienestar humano, por términos de ingesta, higiene y en cuanto a todo lo relativo al saneamiento.

Por consiguiente, la presente investigación es de gran relevancia para obtener resultados acerca de la situación actual técnica del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad El Pino ubicado en la ciudad de Estelí, asimismo el uso que le da la comunidad y la participación del CAPS responsable de este. Tal información permitirá determinar los factores necesarios para dar salida a las diferentes problemáticas que afronta la comunidad con respecto al agua potable, así como la aplicación del Objetivo 6 Agua potable y Saneamiento de los ODS apoyando y fortaleciendo la participación de la comunidad en la mejora de la gestión del agua.

Al mismo tiempo la presente permitirá reconocer las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua consumida por la comunidad para así determinar la correcta purificación de esta, no obstante, se plantea concretar las necesidades de mantenimiento del sistema y la sostenibilidad del mismo.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Evaluar la sostenibilidad y modelo de gestión del sistema de abastecimiento de agua potable para cubrir la demanda poblacional, en la comunidad El Pino, del municipio de Estelí.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Estimar la condición técnica actual del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua instalado.
- Identificar el tipo de gestión, operación y mantenimiento del mismo, en la comunidad El Pino.
- Examinar las propiedades físico-químicas y bacteriológicas del agua de consumo del sistema.
- Proponer mejoras en la operación del sistema de abastecimiento que contribuyan a la sostenibilidad y modelo de gestión del mismo.

## Capítulo II

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

El agua potable es de gran importancia para el ser humano por lo tanto hay diferentes investigaciones a cerca de la distribución de esta en comunidades tanto a nivel internacional como nacional.

A nivel internacional Asquí Aguayo y Recalde Cortez (2022) en su investigación evaluación del sistema de conducción de agua cruda de la Regional "Santa Gertrudis" y sistema de tratamiento y distribución de agua potable de la Comunidad Chaupiloma la cual tiene como objetivo principal evaluar la captación, conducción, desarenador y filtros de la Regional "Santa Gertrudis"; y almacenamiento y red de distribución de la Comunidad de Chaupiloma a nivel de Prefactibilidad y formulación de alternativas de optimización concluyeron mediante los datos de la calidad de agua obtenidos para las unidades de desinfección se plantearon dos alternativas, la primera es un sistema de cloración por goteo y la otra por erosión con un tanque de contacto; en ambas se analizaron varios aspectos como la parte constructiva, asequibilidad económica de la población, operación y mantenimiento.

La elección más apropiada para la comunidad Chaupiloma es la de utilizar el sistema de cloración de goteo por lo que será el más adecuado ya que cuenta con la infraestructura (caseta de desinfección) y además este sistema es de fácil operación, asimismo, la realización de dos rediseños del sistema La primera alternativa para la red de distribución es una propuesta emergente, la cual consiste en mejorar las presiones que no poseen ciertos puntos de la red y no tener velocidades de trabajo bajas; para ejecutar esta alternativa se estimó una inversión de \$ 37,905.26.

La segunda propuesta para la red de distribución consiste en la ejecución de un nuevo trazado tomando en cuenta el plan vial de la comunidad, y así abastecer de 274 forma continua a toda la comunidad; para ejecutar esta alternativa se estimó una inversión de \$ 91,278.43. Siendo la primera alternativa la más rentable no solo por su costo sino también por el hecho que se



adecuaría las infraestructuras actuales, para ellos fueron necesarios análisis del agua mediante laboratorio, así como condiciones socioeconómicas, cantidad de agua disponible, simulaciones mediante el software EPANET y la evaluación actual del sistema.

Otro estudio realizado por Macias Crespo (2016) llamado evaluación del sistema de agua potable de la Cabecera Parroquial Caracol y propuesta de mejoras teniendo como objetivo evaluar el estado, funcionamiento y cobertura de los componentes del sistema de agua potable de la cabecera parroquial Caracol, a fin de proponer recomendaciones para mejorar su eficiencia y calidad.

El estudio refleja que el sistema es ineficiente la reserva tiene una capacidad de 45 m<sup>3</sup> requiriéndose un volumen mayor, la red de distribución debido a rellenos constantes ha quedado localizada a 3m de profundidad, los habitantes de las zonas más alejadas reciben poco caudal y presión de agua en sus hogares por lo tanto , a fin de mejorar la eficiencia del sistema se plantea una propuesta que consiste en perforar un nuevo pozo, instalar una bomba eléctrica sumergible de 15 HP, tratamiento con desinfección, aireación y filtración, tanque de reserva baja de 185 m<sup>3</sup> de capacidad, tanque de reserva alta de 94 m<sup>3</sup> de capacidad, sistema de bombeo para elevar el agua a la reserva alta de 10 HP y una red de distribución con tuberías de diámetros de 160mm, 110mm y 75mm.

La metodología aplicada en la elaboración de este estudio está fundamentada considerando las características socio-económico de la población, así como las condiciones físicas y ambientales del área en estudio. Para los cálculos de las redes de agua potable se han considerado los principios hidráulicos planteados por Hazen-Williams y Hardy Cross. Se recopiló información del lugar de estudio sobre las características físicas y socioculturales, como la ubicación, área, servicios básicos entre otros.

En Costa Rica existe la necesidad de mejorar la calidad de la prestación del servicio de agua potable de una parte importante de la población, lo que garantiza el Derecho Humano a este recurso vital. En este estudio realizado por Cruz Zúñiga y Centeno Mora (2019) evaluaron la percepción de la población de cuatro cantones de la provincia de Cartago (Alvarado, Jiménez, Oreamuno y Turrialba), en relación con el servicio público de agua potable que reciben en su comunidad.

El análisis realizado contempló tanto la ubicación geográfica de la población como el tipo prestatario del servicio, con el fin de evidenciar las similitudes y contrastes que se generan en cada caso. Por medio de encuestas, se obtuvo la opinión de 2 194 personas usuarias de los sistemas hídricos en esas localidades. Se determinó que existen asimetrías considerables entre varios de los sistemas existentes, con algunos problemas en el nivel de continuidad del servicio y de propiedades organolépticas del líquido.

El estudio permitió identificar una fuerte dependencia entre las variables de nivel de satisfacción de la persona usuaria, problemas identificados en el sistema y acciones que se implementan en las casas para mitigar esas falencias. La experiencia resultante de este estudio, que evalúa el servicio a través de la percepción de las personas usuarias complementa los indicadores de calidad del servicio tradicionales y presenta un elevado potencial para ser replicado en otros sistemas de Costa Rica y en otros países de América Latina y el Caribe.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

A nivel nacional Irías y Ruiz Calero (2019) evaluaron la gestión y el estado de los mini acueductos de Sontule y los Plancitos-Estelí, que fueron financiados por Familias Unidas para el beneficio de estas comunidades. En sus resultados obtuvieron que la revisión del estado de las instalaciones que el sistema de bombeo fotovoltaico de Sontule ha sido modificado y desde entonces presenta dificultades en el abastecimiento de agua hacia la comunidad, causando inconformidad a los usuarios.

Concluyeron en que las instalaciones de los mini acueductos se encuentran en estado funcional sin embargo el sistema de la comunidad de Sontule presenta una serie de problemas, lo cual causa que el 80% de la población de la comunidad este en desacuerdo con las actividades realizadas por parte del comité de agua potable y saneamiento a diferencia de la comunidad de los plancitos donde un 58.34% de la población se encuentra satisfechos con las actividades realizadas por el CAPS en esta comunidad.

Moraga, Benavidez y Camas (2021) evaluaron la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad de Paso Ancho-Estelí, el proyecto fue financiado por una ONG para beneficiar a los habitantes ya que es un proyecto de vital importancia para la comunidad. Obteniendo como resultado dar mantenimiento primeramente a la pila de

almacenamiento ya que esta presenta que el caudal de la captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, se encuentra deteriorada, presenta fugas de agua y no cuenta con tapadera sanitaria de protección.

Concluyeron que el Sistema de Agua Potable de la comunidad Paso Ancho, de acuerdo al puntaje obtenido en cada evaluación de los factores se obtiene un resultado de 2.61, ubicado en el rango 2.51- 3.50 calificándose como un sistema medianamente sostenibles o en estado regular, esto es debido a que presenta deficiencias en el estado del sistema proceso de deterioro en la infraestructura, ocasionando fallas en el servicio en cuanto a la continuidad, cantidad o calidad, deficiente gestión que ha permitido una disminución en la cobertura y deficiencias en el manejo económico, tales como morosidad o no pago por el servicio, la operación y mantenimiento no son los adecuados existiendo fallas en el servicio. Recomiendan desarrollar talleres de sensibilización y concientización en el uso y cuidado del sistema instalado de manera que se eviten daños que pongan en riesgo el funcionamiento del mismo.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Prestación de servicios públicos**

Cordero (2011) entiende por prestación de servicios públicos, todas aquellas actividades que realizan los organismos estatales de manera uniforme y continua, para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad. Son ejemplos de servicios públicos: acueducto, electricidad, recolección de residuos, entre otros.

Los servicios públicos juegan un papel muy importante dentro de las funciones que desempeña el estado, ya que a través de ellos se refleja la buena marcha de la administración y se responde a las demandas planteadas por la comunidad para mejorar sus condiciones de vida. Al municipio no sólo le corresponde la conservación y preservación de las comunidades, así como garantizar la satisfacción del interés público, sino también le compete el desarrollo, desenvolvimiento y perfección de los grupos humanos que habitan su jurisdicción. Debe atender asuntos de fomento comercial, agropecuario, forestal, turístico, así como de cultura, deportes, salud, educación y conservación ambiental.

En los casos en los que los organismos estatales no tengan la capacidad para ofrecer dichos servicios, estos pueden ser suministrados por un ente privado el cual debe ser regulado por los organismos estatales como entidad que organiza los recursos de la comunidad, para garantizar su correcta prestación y distribución.

Para el caso del servicio de agua potable se conoce como red de abastecimiento de agua potable al sistema que permite que llegue el agua desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad (Zabala Chavarría & Betancur Bustamante, 2017, pág. 14).

## **2.2.2 Tipos de acueductos**

Zabala y Betancur (2017, pág. 15) dividen en 4 los tipos de acueductos utilizados actualmente los cuales son los siguientes:

### **2.2.2.1 Acueductos rurales**

Ubican en las veredas, corregimientos, zonas de resguardo y áreas protegidas. Su ubicación se da en territorios con mayor extensión y menos beneficiarios que en la ciudad, lo que genera una baja demanda. Están relativamente cerca de los nacimientos y su contaminación puede afectar la disponibilidad en las zonas urbanas.

### **2.2.2.2 Acueductos urbanos**

Se pueden catalogar como acueductos ubicados en las periferias, ya sea en los cascos urbanos y el área metropolitana, o en municipios menores y barrios cercanos. En general la prestación se hace de forma ineficiente y con empresas con ánimo de lucro.

### **2.2.2.3 Acueductos con tecnologías modernas**

Estos tienen planta de tratamiento de agua potable, además de redes de tubería y medidores para facturar el consumo. Esto puede variar según el número de usuarios, del capital económico y del territorio a proveer.

### **2.2.2.4 Acueductos con tecnologías alternativas**

Funcionan con tanques y conducen el agua por acequias y mangueras. Por la falta de recursos usualmente no utilizan químicos para la potabilización del agua, por lo que el bien llega sin ninguna transformación desde la fuente para el consumo humano. Además, el mantenimiento generalmente corre por cuenta de sus usuarios.

## **2.2.3 Sistema de bombeo**

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las

especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos. Esta publicación se limita al estudio del transporte de fluidos newtonianos incompresibles, y más concretamente de líquidos (Blanco y otros, 1994).

#### 2.2.3.1 Elementos del sistema de bombeo

##### 2.2.3.1.1 Motor

Este componente transforma la energía eléctrica (proveniente del controlador) en energía mecánica (principalmente). El sistema más utilizado son los motores eléctricos, existen en diversas potencias según los requerimientos eléctricos (Peralta Vera, 2018).

Así mismo Peralta Vera (2018) describe los tipos de motores eléctricos según la transformación de corriente los cuales se dividen en dos:

##### 2.2.3.1.1.1 Motores de corriente continua

El motor de corriente continua está compuesto por el rotor, es una pieza giratoria compuesta de un imán móvil y el estator también es un imán, pero en posición fija por donde circula la corriente. El tipo de sistema que usa este motor es el más simple basado en el principio del electromagnetismo descubierto por Faraday. Los motores de corriente continua son los más usados. El motor tiene que ser elegido de acuerdo con la demanda de potencia.

##### 2.2.3.1.1.2 Motores de corriente alterna

Son semejantes a los motores de corriente continua, pero se diferencia en el diseño del rotor. El motor de corriente alterna de inducción no precisa de escobillas ni de colector, es el tipo de motor más utilizado en la industria debido a su rendimiento. El Motor síncrono funciona a una velocidad sincrónica según a la frecuencia con la que se encuentra expuesta a la corriente alterna.

##### 2.2.3.1.2 Bomba hidráulica

Es el componente específico que transforma la energía mecánica (proveniente del motor) en energía hidráulica. La selección del tipo de bomba adecuada para bombeo solar depende de

la demanda de agua, la altura de elevación del agua y la calidad del agua. Existe una diversidad de clasificaciones según su aplicación y funcionamiento (Peralta Vera, 2018).

Según su aplicación hay diversos tipos de bombas hidráulicas en el mercado, según Peralta Vera (2018) las siguientes son las más comunes que se encontrarán en el mercado:

- Bomba sumergible: son aquellas que extraen agua de pozos profundos
- Bomba superficie: son aquellas que extrae agua de pozos pocos profundos
- Bomba Agua Flotante: extrae agua de aquellos lugares con capacidad de ajuste de altura.

Según su rendimiento Peralta Vera (2018) las clasifica en las siguientes:

- Bombas Dinámicas: su funcionamiento se basa en la alta velocidad y la presión; la eficiencia es menor en comparación con las bombas de desplazamiento.
- Bombas De Desplazamiento: operan forzando un flujo constante de agua desde la sección de presión de entrada de la zona de descarga.

#### 2.2.3.1.3 Válvulas

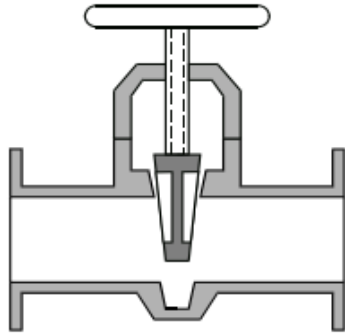
Las válvulas según mencionan Blanco, Velarde y Fernández (1994) son una parte muy importante del diseño de sistemas de tuberías. Sus funciones principales son el cierre y la regulación. En el primer caso se utilizan para determinar qué ramas de la instalación van a estar en servicio, para aislar elementos, etc. Las válvulas de regulación son las que definen el punto de operación. Junto con estas dos funciones hay otras muchas para las que casi siempre existe una válvula adecuada: evitar el retorno del fluido, regular o limitar la presión, expulsar el aire, evitar el vacío, etc.

Tomando en cuenta la diversidad de estas existentes en el mercado se han tomado las más comunes descritas por Blanco, Velarde y Fernández (1994) las cuales son:

##### 2.2.3.1.3.1 Válvulas de compuerta

Están formadas por una compuerta circular o rectangular que se desliza por un plano perpendicular a la tubería. Normalmente son accionadas por un tornillo. Cuando están totalmente abiertas, dejan el conducto prácticamente libre, por lo que apenas tienen pérdidas.

Esta característica ha hecho de ellas las válvulas tradicionales de cierre hasta la aparición de las válvulas de mariposa. Se utilizan totalmente abiertas o cerradas: no suelen ser adecuadas para regulación. En la Figura 1 puede observarse el esquema de una válvula de compuerta.

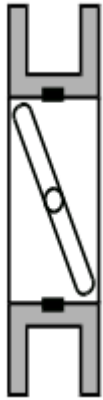


*Figura 1. Válvula de compuerta (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994)*

#### 2.2.3.1.3.2 Válvulas de mariposa

Consisten en un disco interior a la tubería que gira  $90^\circ$  de abierta a cerrada como se muestra en la Figura 2. El eje de giro puede ser central o excéntrico (para que la presión del fluido favorezca el cierre), y los tipos de juntas de estanqueidad son muy variados. Su uso se ha extendido mucho por el poco espacio que ocupan, la facilidad de su accionamiento, su funcionamiento satisfactorio y, sobre todo, su bajo coste. Sus principales inconvenientes son que en el diseño más simple no siempre son completamente estancas (sobre todo con altas presiones), y que la presencia del disco en la tubería puede dar lugar a problemas con fluidos que arrastren sólidos.



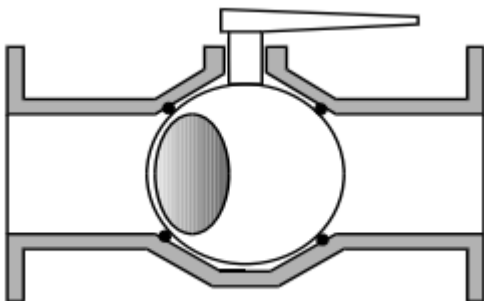


*Figura 2. Válvula de mariposa (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994)*

#### 2.2.3.1.3.3 Válvulas esféricas y cónicas

Su diseño más habitual es una esfera o tronco de cono que gira respecto a un eje perpendicular a la tubería. Un taladro cilíndrico, de la misma sección que la tubería permite un paso total cuando está orientado en la dirección axial. El cierre se efectúa con un cuarto de vuelta. En la Figura 3 puede verse el esquema de una válvula de este tipo.

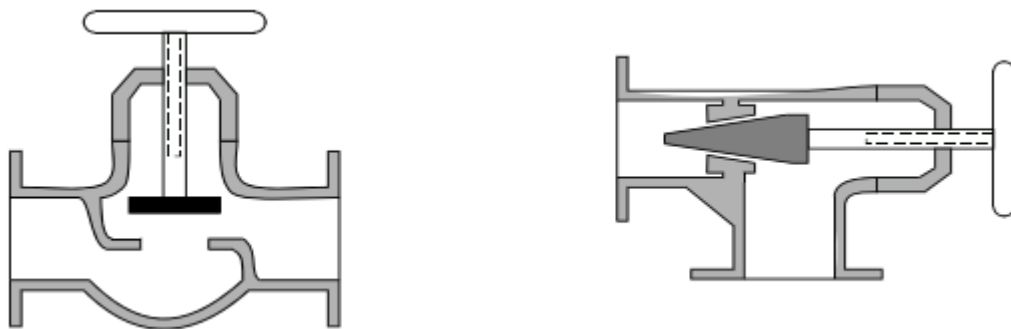
Completamente abiertas no producen pérdida de carga. En apertura parcial, al bloquear el flujo tanto a la entrada como a la salida, sus características frente a la cavitación son mejores que las de las válvulas de compuerta o mariposa. Con unos buenos asientos son absolutamente estancas.



*Figura 3. Válvula cónica (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994)*

#### 2.2.3.1.3.4 Válvulas de globo y aguja

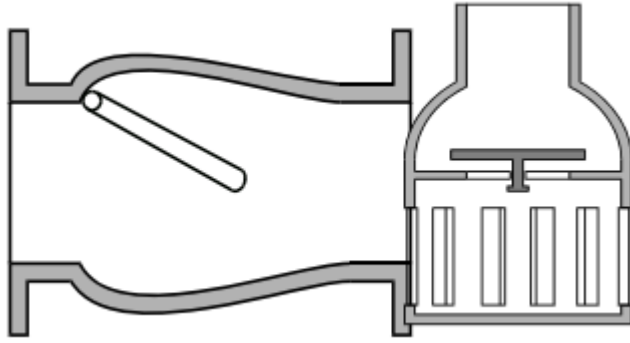
La grifería doméstica es la más conocida aplicación de este tipo de válvulas. El fluido desemboca en una cavidad, normalmente esférica. Esta cavidad está dividida en dos por una pared, y un orificio comunica las dos partes. Un disco, o un cono en el caso de las válvulas de aguja, bloquea el paso por el orificio de forma parcial o total como se muestra en la Figura 4. El accionamiento se realiza habitualmente por medio de un tornillo, aunque se utilizan otros mecanismos para casos especiales de control.



*Figura 4. Válvula de globo(izquierda) y aguja (derecha) (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994)*

#### 2.2.3.1.3.5 Válvulas de antirretorno

Se utilizan para evitar el flujo inverso por las tuberías o para que no se vacíe la tubería de aspiración de las bombas cuando están paradas (descebado). En este último caso se conocen como válvulas de pie (Figura 5) y están integradas con una rejilla filtrante. Están formadas por un disco que cierra el paso de fluido por su propio peso o ayudado por la presión aguas arriba. Su fisonomía varía desde las similares a válvulas de globo, a las parecidas a las válvulas de mariposa con el eje totalmente excéntrico.

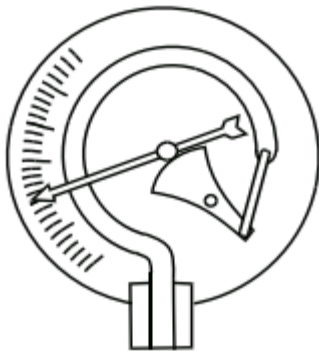


*Figura 5. Válvula de pie (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994)*

#### 2.2.3.1.4 Medida de presiones y caudales

##### 2.2.3.1.4.1 Medida de la presión

En la Figura 6 se muestra el manómetro Bourdon, este es el más generalizado para la medida industrial cuando no se necesita excesiva precisión. El fluido entra en un tubo en forma de "C" y la presión hace estirarse la zona curvada. Esta deformación se transmite a una aguja que marca la presión en una esfera graduada (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994).



*Figura 6. Manómetro Bourdon (Blanco, Velarde, & Fernández, 1994)*

##### 2.2.3.1.4.2 Medida del caudal

Los rotámetros, medidores de turbina, etc., introducen un elemento en el flujo, y por su desplazamiento o velocidad de giro indican el caudal que está pasando. Los de tipo turbina,

acoplados a un cuentarrevoluciones, suelen utilizarse para la medida del volumen total a lo largo del tiempo (Blanco y otros, 1994).

#### 2.2.3.1.5 Sistemas de almacenamiento de agua

Los tanques de almacenamiento se utilizan en la mayoría de los sistemas de distribución de agua por bombeo en diversos tamaños, existiendo también pequeños tanques que forman parte de sistemas de suministro por gravedad. El tamaño de la reserva necesaria dependerá de la población que se va a atender, así como la confiabilidad de la fuente. El tamaño del tanque o su volumen va a depender de la demanda promedio de agua, así como la frecuencia de suministro a la población beneficiada (WHO, 1996).

Siempre que sea posible, los tanques de almacenamiento deben estar por arriba de la población para que el agua fluya a través del sistema por gravedad. Cuando esto no es posible, los tanques pueden elevarse tal como en la Figura 7, pero esto aumenta su coste, por lo que son generalmente más pequeños. Habitualmente, se encuentran en áreas donde una fuente de agua potable no está cerca de la comunidad, el pozo de la zona es de baja capacidad o el agua subterránea es de baja calidad (Manitoba Conservation and Water Stewardship, 2014).

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de tanques apoyados de forma cuadrada (Agüero, 1997).

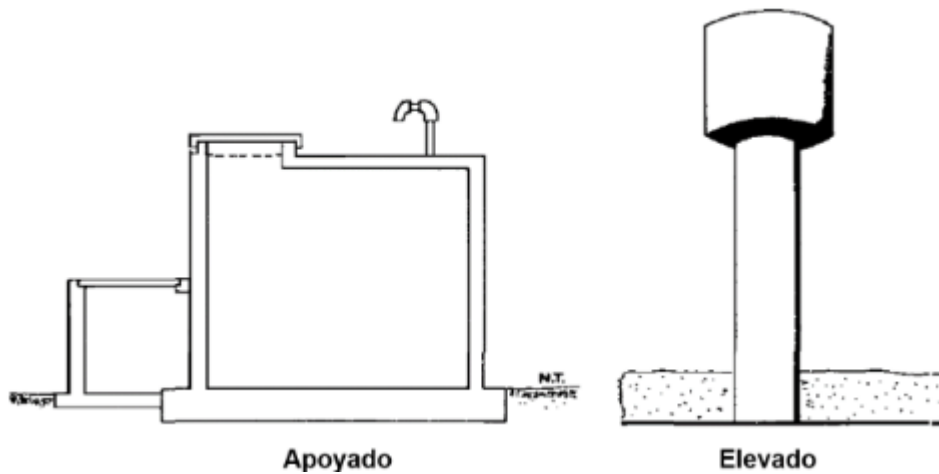


Figura 7. Almacenamiento de tipo apoyado (izquierda) y de tipo elevado (derecha) (Agiiero, 1997)

#### 2.2.4 Sostenibilidad de los sistemas

Se entiende el concepto de sostenibilidad como la prestación de un cierto nivel de servicio de agua por un período de tiempo indefinido (Smith & Lockwood, 2011). El nivel de servicio se refiere a las características del servicio que el usuario recibe, e incluye la calidad del agua, la cantidad, la continuidad, el acceso y la satisfacción del usuario con el servicio recibido. Al conjunto de estas características se refiere también a la calidad del servicio.

En el marco de este concepto de sostenibilidad, se considera que un sistema de agua tiene un ciclo de vida, que empieza normalmente con la fase de implementación, en la cual se desarrolla la infraestructura y se establece una capacidad organizativa para manejar el sistema, y la cual se hace a través de un ciclo de proyecto. Esta fase, es seguida por una etapa de operación, mantenimiento y administración, y luego una etapa de reposición de activos (reemplazo de infraestructura), que también puede darse en forma de ciclo de proyecto. La idea central es que una vez que la infraestructura cumpla su vida útil, esta no deje de funcionar, sino que se lleve a cabo la fase de reemplazo de activos, manteniendo el nivel de servicio, y preferiblemente mejorándolo.

Por lo tanto, la sostenibilidad se manifiesta a través de los cambios en la calidad del servicio a lo largo del tiempo. Cuando el servicio es sostenible, la calidad se mantiene en un cierto

nivel o incluso mejora; cuando la calidad del servicio baja a través del tiempo, el servicio no es sostenible. En cada etapa del ciclo de vida hay factores que influyen en el logro de la sostenibilidad.

#### 2.2.4.1 Índice de sostenibilidad

Según Mijahuanca Ocaña (2019), estos se dividen en:

##### 2.2.4.1.1 Sistemas sostenibles

Es el sistema que cuenta con una infraestructura en buenas condiciones, que permite brindar el servicio en óptimas condiciones de calidad, cantidad y continuidad, con una cobertura que ha evolucionado según el crecimiento previsto en el expediente técnico; con una directiva con el total de sus miembros, dentro de los cuales se tiene a una o varias mujeres; que está operado eficientemente y que recibe mantenimiento periódico.

##### 2.2.4.1.2 Sistemas en Proceso de Deterioro (Medianamente sostenibles)

Estos sistemas son los que presentan un proceso de deterioro en la infraestructura, ocasionando fallas en el servicio en cuanto a la continuidad, cantidad o calidad; donde la deficiente gestión ha permitido una disminución en la cobertura y deficiencias en el manejo económico, tales como morosidad o no pago por el servicio. La operación y mantenimiento no son los adecuados existiendo fallas en el servicio. Estos sistemas, de no tomarse medidas correctivas, pueden pasar a ser no sostenibles ya que su tendencia es al deterioro de la infraestructura y a la deficiencia en el servicio.

##### 2.2.4.1.3 Sistemas en Grave Proceso de Deterioro (No sostenible)

Son los sistemas que tienen fallas significativas en su infraestructura y cuyo servicio se vuelve muy deficiente en cantidad, continuidad y calidad, llegando la cobertura a disminuir y la gestión dirigenal a reducirse a uno o dos dirigentes. Estos sistemas son aún recuperables, si se hacen inversiones en una rehabilitación del sistema y una reorganización de las directivas, además necesitan capacitación en gestión, operación y mantenimiento.

#### 2.2.4.1.4 Sistemas Colapsados

Son sistemas que están totalmente abandonados y que ya no brindan el servicio, que no tienen junta directiva. Estos sistemas necesitan formular otro expediente o hacer un sistema nuevo si se quiere volver a brindar el servicio.

#### 2.2.4.2 Factores o dimensiones de sostenibilidad

Para lograr la sostenibilidad de los proyectos es necesario identificar claramente los factores que influyen en el funcionamiento continuado de la infraestructura sanitaria y en el uso a largo plazo de ésta, en condiciones que no deterioren el ambiente. Para lograr la sostenibilidad de los proyectos de abastecimiento de agua el rol de las instituciones del sector, los gobiernos locales, los usuarios y sus organizaciones es crucial porque estos actores inciden de manera fundamental en el mantenimiento del proyecto a través del tiempo (Mijahuanca Ocaña, 2019, pág. 27).

#### 2.2.4.3 El estado del sistema de agua potable

Se refiere al estado de la infraestructura y al servicio que brinda y que abarca a los índices que dependen del estado mismo de la infraestructura (no exclusivamente), como son la continuidad, la cantidad, la calidad y la cobertura (Casas Villanueva, 2014).

#### 2.2.4.4 La gestión de un sistema de agua potable

Definida como la buena, regular o mala operación y mantenimiento que se le da al servicio, en el manejo de las llaves, sectorizaciones, o en cuanto a la limpieza, desinfección y cloración del sistema, reparaciones, presencia de un operador o disponibilidad de herramientas, repuesta y accesorio para reemplazos o reparaciones. Protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento (Casas Villanueva, 2014).

#### 2.2.4.5 Gestión comunal

Cumplimiento de sus obligaciones y exigencia de sus derechos, apropiación del sistema. La participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, participación en asambleas, manejo del agua y mantenimiento de la conexión domiciliaria, mejoramiento en la higiene personal o el apoyo que brindan a las directivas (Casas Villanueva, 2014).

#### 2.2.4.6 Gestión dirigencial

Referida a la administración de los servicios, legalización de su organización, manejo económico, búsqueda de asesoramiento o conformación de organizaciones mayores como comités distritales, provinciales o mesas de concertación.

Gestiones ante otras instituciones (control de la calidad del agua), conformaciones de empresas, etc. Cumplimiento de sus obligaciones y respeto a los derechos de los usuarios. En muchos casos esta gestión (en especial el manejo económico) es causal para una reacción positiva o negativa por parte de los usuarios (Casas Villanueva, 2014).

### **2.2.5 La operación y mantenimiento del sistema de agua potable**

Definida como la buena, regular o mala operación y mantenimiento que se le da al servicio, en el manejo de las llaves, sectorizaciones, o en cuanto a la limpieza, desinfección y cloración del sistema, reparaciones, presencia de un operador o disponibilidad de herramientas, repuesta y accesorios para reemplazos o reparaciones. Protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento (Casas Villanueva, 2014).

#### 2.2.5.1 Mantenimiento Preventivo

Es el que se realiza a intervalos predeterminados con la intención de minimizar la probabilidad de falla o degradación del equipo (Alarcón & Romero, 2020).

#### 2.2.5.2 Mantenimiento Correctivo

Conjunto de tareas destinadas a la corrección del defecto cuando el equipo deja de operar, se trata directamente de la reparación de averías (Alarcón & Romero, 2020).

De la buena operación y mantenimiento de un sistema de agua potable depende que el agua que se consume sea de buena calidad, y que tengamos un servicio continuo y en la cantidad necesaria. Además, permitirá garantizar la vida útil del sistema y disminuir los gastos de reparaciones.



## **2.2.6 Criterios de evaluación de los sistemas de agua**

Según proyecto CARE - PERÚ (2007), determina que la evaluación de los sistemas se obtiene a través de la generación del índice de sostenibilidad, obtenido de la cuantificación de 3 factores:

- El estado del sistema representa el con un 50 %.
- La gestión de los servicios que brindan a través de los sistemas representa el 25 %.
- Operación y mantenimiento del sistema representa en un 25 %.

## **2.2.7 Agua**

El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la nación (Congreso de la República Lima, 2009).

### **2.2.7.1 Agua Potable**

Agua apta para el consumo humano, de acuerdo con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la normatividad vigente (Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2005).

#### **2.2.7.1.1 Abastecimiento de agua potable**

El abastecimiento de agua es un sistema que permite llevarla al consumidor en las mejores condiciones higiénicas (Falcón y Delgado, 2019).

#### **2.2.7.1.2 Sistemas de Agua Potable**

Nombre que se da a todas las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios necesarios para captar, transportar, tratar y distribuir el agua a los usuarios (SUNASS, 2000).

### **2.2.7.2 Calidad de agua**

#### **2.2.7.2.1 Parámetros indicadores de la calidad de agua**

Existen ciertas características del agua, se consideran físicas porque son perceptibles por los sentidos (vista, olfato o gusto), y tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.1.1 Color

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbidez o presentarse independiente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color, se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etc. Se considera que el color natural del agua puede originarse por las siguientes causas: la descomposición de la materia, la materia orgánica del suelo, la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.1.2 Olor y sabor

El sabor y el olor están estrechamente relacionados y constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. La falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos, por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua.

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser o compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas, o provenir de descargas de desechos industriales (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.1.3 Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Existen múltiples factores, que principalmente son ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.1.4 pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 6 a 9.

Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En el tratamiento del agua de consumo, se requerirá volver a ajustar el pH del agua hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.1.5 Turbidez

Es originada por las partículas en suspensión o coloides. Es decir, causada por las partículas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro, siendo la unidad utilizada la unidad nefelométrica de turbidez (UNT).

Aunque no se conocen sus efectos directos sobre la salud, esta afecta la calidad estética del agua, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de los consumidores. Por otra parte, se ha demostrado que, en el proceso de eliminación de organismos patógenos, por la acción de agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de la turbidez reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante. Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbidez, esta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2 Características químicas del agua

Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. Vamos a ver las particularidades de algunos de ellos (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.1 Aluminio

Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbidez del agua. El problema mayor lo constituyen las aguas que presentan concentraciones altas de aluminio, las cuales confieren al agua un pH bajo (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.2 Mercurio

Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua, ya que es un metal pesado muy tóxico para el hombre. En el agua, se encuentra principalmente en forma inorgánica, que puede pasar a compuestos orgánicos por acción de los microorganismos presentes en los sedimentos. De estos, puede trasladarse al plancton, a las algas y, sucesivamente, a los organismos de niveles tróficos superiores como peces, aves rapaces e incluso al hombre (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.3 Plomo

Prácticamente no existe en las aguas naturales superficiales, pudiendo detectarse su presencia en algunas aguas subterráneas. Su presencia en aguas superficiales generalmente proviene es consecuencia de vertidos industriales. En instalaciones antiguas, la mayor fuente de plomo en el agua de bebida proviene de las tuberías de abastecimiento y de las uniones de plomo. Si el agua es ácida, puede liberar gran cantidad de plomo de las tuberías, principalmente en aquellas en las que el líquido permanece estancado por largo tiempo (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.4 Hierro

Por lo general, no produce trastornos en la salud en las proporciones en que se lo encuentra en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua. Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.5 Fluoruro

Elemento esencial para la nutrición del hombre. Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños. Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar “fluorosis” y dañar la estructura ósea, los efectos tóxicos ocurren con concentraciones excesivamente altas (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.6 Cobre

En el agua potable puede existir debido a la corrosión de las cañerías de viviendas, la erosión de depósitos naturales y el percolado de conservantes de madera, también, por el sulfato de cobre que se aplica para controlar las algas en plantas de potabilización. En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.7 Cloruro

En el agua potable, su presencia se debe al agregado de cloro en las estaciones de tratamiento como desinfectante. El cloruro, en forma de ion  $\text{Cl}^-$ , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, sin embargo, en altas concentraciones puede tener un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio, pero el sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no se aprecia. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo (iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.8 Sulfatos

Son un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar a su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo

cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas (Iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.2.9 Nitritos y nitratos

Las concentraciones altas de nitratos generalmente se encuentran en el agua en zonas rurales por la descomposición de la materia orgánica y los fertilizantes utilizados. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua.

El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente en nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos (Iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.3 Características biológicas del agua

Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos, desde microorganismos hasta peces. El origen de los microorganismos puede ser natural, provenir de contaminación por vertidos industriales o por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia. La cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica.

La biodiversidad de un agua natural indica la poca probabilidad de que la misma se encuentre contaminada. Sin embargo, para que el agua se destinada a la provisión de agua potable, debe ser tratada para eliminar los elementos biológicos que contiene (Iagua, 2016).

##### 2.2.7.2.3.1 Algas

Contienen fundamentalmente clorofila necesaria para las actividades fotosintéticas y por lo tanto necesitan la luz solar para vivir y reproducirse. La mayor concentración se da en los

lagos, lagunas, embalses, remansos de agua y con menor abundancia en las corrientes de agua superficiales. Las algas a menudo tienen pigmentos que pueden colorear el agua (Iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.3.2 Bacterias

Las que se pueden encontrar en el agua son de géneros muy numerosos, pero las patógenas para el hombre son las bacterias coliformes y los estreptococos, que se utilizan como índice de contaminación fecal (Iagua, 2016).

#### 2.2.7.2.3.3 Hongos, mohos y levaduras

Pertenecen al grupo de bacterias, pero no contienen clorofila y en general son incoloras. Todos estos organismos son heterótrofos y en consecuencia dependen de la materia orgánica para su nutrición (Iagua, 2016).

### **2.2.8 Comité de agua potable y saneamiento**

Según el Art. 2 de la ley en el capítulo 1 disposiciones generales, los comités de agua potable y saneamiento son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro es decir que no buscan una ganancia y están conformadas por personas electas democráticamente por la misma comunidad, por lo tanto contribuyen al desarrollo social y económico de la misma, garantizan el acceso al agua potable y el debido saneamiento a la población en general, pero es importante mencionar que es deber del estado garantizar y fomentar su promoción y desarrollo (La Gaceta, 2014).

La ausencia del estado en muchas comunidades de nuestro país, la falta de entes rectores del sector agua y saneamiento, ha motivado que muchos pobladores se organicen y auto gestionen sus sistemas de agua potable, muchas veces sin capacitación, asistencia técnica y apoyo de las entidades responsables del sector. Muchas ONG, realizan y han realizado diversos trabajos en las comunidades rurales, y en base a esas experiencias, se ha ido mejorando la gestión comunal de los servicios de agua y saneamiento. Algunas de estas experiencias han servido para que, mediante iniciativas legislativas, se conviertan en normas nacionales, las cuales, todavía están en constante modificación, toda vez que los contextos socioculturales y económicos, son diversos (Álvarez, 2014).

### 2.2.8.1 Asamblea General

Los CAPS se constituirán en Asamblea General de Pobladores interesados en organizarse para la autogestión comunitaria del abastecimiento de agua potable. Siendo Un miembro de cada familia y/o vivienda beneficiada el representante ante la Asamblea General de Pobladores.

La Asamblea General de Pobladores será convocada por primera vez por al menos la mitad de los miembros de la comunidad que habitan en una circunscripción geográfica determinada. En las siguientes convocatorias se ajustará a lo que se establezca en los Estatutos del CAPS. En dicha Asamblea General de Pobladores se elegirá de entre los participantes a los miembros que integrarán la junta directiva de los CAPS. La elección se realizará con mayoría simple de forma democrática, directa y pública, cargo por cargo.

El acta de constitución del CAPS, en la que conste la elección de Junta Directiva, la aprobación del Estatuto y Reglamento, y cualquier tipo de acuerdos adoptados en Asamblea General de Pobladores, se realizará en documento privado, debiendo ser suscrito por los y las pobladoras participantes (La Gaceta - Diario Oficial, 2010).



## **Capítulo III**

### **3.1 Diseño Metodológico**

#### **3.1.1 Tipo de estudio**

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación, por tanto, se realiza mediante un Enfoque Filosófico de Investigación Cuantitativo (Pedroza 2014). Según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo, el investigador se limita a medir la presencia, las características o la distribución de un fenómeno en una población en un momento acorde al tiempo, están dirigidos a determinar "cómo es" o "cómo está" la situación de las variables que se estudian en una población.

De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información es prospectivo debido a que se registraron hechos según iban ocurriendo (Pineda, Alvarado, y Canales, 1994).

Según el periodo y secuencia del estudio este se cataloga como transversal ya que se recolectan los datos en un solo momento, en un tiempo único. Como señala Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2013) el propósito del estudio transversal es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

#### **3.1.2 Área de Estudio**

##### **3.1.2.1 Ubicación**

El área donde se llevó a cabo la investigación fue en la comunidad El Pino del municipio de Estelí, Nicaragua. Se ubica geográficamente con latitud de 13.215573792000258 norte, y una longitud de -86.43195508390225 oeste, a una distancia de 21.1 kilómetros de la ciudad de Estelí, a una altura de 1327 m.s.n.m. aproximadamente.



*Figura 8. Ubicación geográfica de la Comunidad El Pino*

### **3.1.3 Área de Conocimiento**

La presente investigación pertenece al área de estudio a la línea N°4. Ingeniería, Industria y construcción, sublínea IIC-1: Innovación, Tecnología y medio ambiente con la temática IIC-1.1 Energía Renovable de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – MANAGUA) /Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM – ESTELÍ).

### **3.2 Universo y muestra**

El universo de esta investigación corresponde a la comunidad de El Pino del municipio de Estelí. La comunidad consta de una población de 360 personas, de este estudio los hogares o casas habitadas el número de habitantes es bajo, se realizó una encuesta por cada vivienda. El número de viviendas de la comunidad es de 72 por lo tanto la muestra será por cada una de las ellas, la unidad de análisis fue el sistema de abastecimiento de agua potable.

### 3.3 Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Objetivos específicos	Variable conceptual	Subvariable	Indicadores	Técnicas de recolección de información
Estimar la condición técnica actual del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua instalado.	Condiciones actuales	Cobertura Cantidad Continuidad Calidad Estado de la infraestructura.	Litro de agua Dureza del agua Funcionamiento del sistema	Encuestas Guía de observación
Identificar el tipo de gestión, operación y mantenimiento del mismo, en la comunidad El Pino utilizando la metodología PROPILAS.	Factores de gestión y funcionamiento	Gestión Comunal Gestión CAPS Operación y mantenimiento	Nivel organizativo Tipos de mantenimiento	Encuestas Formato de metodología PROPILAS
Examinar las propiedades físico-químicas y bacteriológicas del agua de consumo del sistema.	Calidad del agua	Propiedades físico químicas y bacteriológicas del agua	Contaminación Sodio Potasio Calcio Magnesio Carbonatos Bicarbonatos Sulfatos	Examen físico químico y bacteriológico

			Cloruro pH Conductividad eléctrica Fosfatos Boro Nitratos Nitritos Dureza como carbonatos de calcio Porcentaje de sodio Temperatura	
--	--	--	---	--

### 3.4 Métodos y técnicas de recolección de la información

La recolección de datos es una actividad donde se agrupa o se recoge información importante sobre un tema determinado; por lo general, esta actividad tiene como objetivo aportar conocimientos necesarios para el desarrollo de un trabajo o una investigación (González, 2018).

En la presente investigación se utilizó la encuesta y la guía de observación como técnicas de investigación.

#### **Instrumentos utilizados:**

Cuestionario con preguntas dicotómicas y de escala Likert.

Matriz check list.

### **3.5 Procedimiento para recolección de datos e información**

El procedimiento que se siguió para la recolección de los datos e información se presentan de acuerdo con cada uno de los objetivos planteados en esta investigación. Para recoger la información en campo se utilizaron los siguientes formatos:

Formato 01: Condición actual del sistema de abastecimiento

Es una guía de observación que permitió obtener información sobre el estado actual de cada uno de los componentes del sistema de agua potable. Se realizó a través de la observación directa y manipulando los diferentes accesorios que forman parte de la infraestructura del sistema, realizando el recorrido de todo el sistema acompañado por un representante del CAPS, esta se encuentra en la sección de anexos en la Tabla 10.

Formato 02: Encuesta (Encuesta 1 ubicada en anexos) y guía de información (Tabla 12 y Tabla 13 en anexos) sobre gestión de los servicios, operación y mantenimiento permitió obtener información acerca de la gestión de los dirigentes, administración del sistema, operación y mantenimiento del sistema de agua potable para conocer, si la comunidad tiene un plan de mantenimiento, para ello se entrevistó a un representante del Comité de Agua Potable y saneamiento quien brindó la información necesaria acerca de los factores antes mencionados.

La determinación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua se realizaron en el laboratorio LAQUISA ubicado en la ciudad de León; las muestras fueron recolectadas por el equipo de investigación.

## Capítulo IV

### 4.1. Resultados y discusión

#### 4.1.1. Condición técnica actual del sistema de abastecimiento de agua

##### 4.1.1.1. Reseña histórica del sistema de bombeo

En la comunidad El Pino fue instalado un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), desde hace 12 años que abastece a los dos sectores de la comunidad los cuales son El Pino N°1 y El Pino N°2, en sus inicios el sistema funcionaba con paneles solares fotovoltaicos los cuales permitían bombear el agua proveniente de un pozo hacia un tanque de almacenamiento y luego por gravedad se abastecen puestos de agua para el consumo de la población.

A pesar de contar con este sistema renovable en sus inicios, este fue finalmente removido, contaba con veinte paneles con potencia de 200W cada uno para alimentar el sistema de bombeo sumergible, pero dos de ellos fueron robados, esto por la falta de seguridad del sistema mismo, por tal razón fue tomada la decisión del cambio del sistema. Este siguió en funcionamiento mediante un generador eléctrico diésel puesto que para estas fechas no existía la red eléctrica de media tensión, posterior a ello es conectado a la red eléctrica convencional momento después de que esta llegase a la comunidad.

El sistema es operado por una persona encargada de encender y apagar el sistema cuando sea requerido así mismo las funciones de mantenimiento, pero solo cuando el sistema cuenta con algún tipo de avería es decir un mantenimiento únicamente correctivo.

La red se diseñó para abastecer a 14 puestos públicos y una demanda de agua estimada de 31.2 m<sup>3</sup>. En la etapa de formulación se proyectaba como objeto de estudio a 63 viviendas, actualmente se abastecen a 72 familias.

Es importante remarcar que se logró concretar la gestión de legalización para la conformación del comité de agua potable y saneamiento según lo establecido en la “Ley Especial de Comité de Agua Potable y Saneamiento”.

#### 4.1.1.2. Sistema Eléctrico

En cuanto a los hallazgos, la obra de alcance más relevante es el suministro e instalación de 750 m de acometida eléctrica en 220 V con todos sus elementos y accesorios para garantizar el bombeo y mejorar de esta manera el abastecimiento a los usuarios beneficiados de forma más continua y prolongada. Se desconocen las características del sistema de la bomba debido a que es una bomba sumergible y no es posible sacarla del pozo, además no hay datos de esta.

#### 4.1.1.3. Pozo del sistema

No existen registros hidrológicos acerca de la capacidad de la fuente en este caso el pozo perforado, este tiene una profundidad de 8.10 m y su diámetro es de 3.15 m, nivel estático de 1.85m, diámetro de la tubería PVC de 3 pulgadas.

Según la persona encargada del mantenimiento del sistema comenta que el pozo en época de verano se obtiene menos agua comparado con el invierno, dando como resultado fechas críticas en las que no es posible extraer agua del pozo.

La cantidad de agua se evaluó mediante el volumen ofertado y volumen demandado, los sistemas de agua potable presentan mucho mayor la oferta que la demanda eso quiere decir que toda la población es atendida por dicho elemento.

Los usuarios manifestaron que reciben un suministro de dotación de agua cada 8 días y si es en buen invierno este puede pasar cada 3 días, almacenan el agua en pilas de concretos, baldes, panas, siendo utilizada para el consumo, higiene y aseo del hogar. Cada beneficiario aporta una cuota con la cantidad de C\$50 córdobas mensuales en caso de presentarse una falla correctiva en el sistema de bombeo realizan recolecta del dinero, sin embargo, esto no es apoyado por toda la población puesto que, los que no se les suministra agua con frecuencia o dicen no obtener este líquido no realizan ningún aporte monetario.

La continuidad del servicio de agua potable de El Pino se determinó de acuerdo a la continuidad o permanencia del agua en la fuente, y la permanencia en los últimos doce meses, la evaluación muestra que el sistema el agua es no permanente todo el año puesto a que en los veranos hay sequias que afectan la distribución del mismo llegando a secarse, por esto

mismo las alcaldías se ven a la necesidad de transportar cisternas con agua potable para el consumo de la comunidad.

La calidad del agua del sistema de la comunidad, se determinó de acuerdo al formato de la tabla 10. Calificación A. Estado del sistema ubicada en anexos, donde el agua no pasa por un proceso de cloración por lo tanto se desconoce el nivel de cloro residual en el agua, no existe un análisis bacteriológico realizado durante los últimos años y la institución quien supervisa la calidad del agua ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) no ha realizado estudios que comprueben la calidad de esta. El agua que consumen es clara, no se observaron elementos extraños.

Según las 72 personas a quienes se les aplicó la encuesta se obtuvo como resultados que 21 personas consideran como muy buena la calidad del agua del sistema, 18 personas como buena, 13 como regular, 10 excelente y el resto como mala. Obteniendo un 85% de respuestas positivas sobre la calidad del Sistema de agua en los 2 sectores de esta comunidad.

La comunidad El Pino cuenta con un pozo perforado a mano, construido de ladrillo cuarterón, brocal repellido con su cubierta de lámina de acero, boca de inspección de hombre.

Se lograron verificar en la línea de descarga o sarta los siguientes aspectos técnicos según la norma NTON 09002 – 99 para acueductos rurales:

- ✓ Caudalímetro
- ✓ Manómetro de presión de la línea
- ✓ Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- ✓ Unión maleable para efecto de mantenimiento, anclajes de tuberías
- ✓ Válvulas check y compuerta
- ✓ Tubería HG de 2pulg.
- Cerco perimetral.
- El techo de la caseta de control está en buen estado.
- El bordillo o anillo perimetral de la fuente de agua se encuentra en buen estado.



#### 4.1.1.4. Línea de conducción del pozo a la pila

La línea de conducción del tanque a la pila tiene un diámetro de 2 pulgadas de los cuales 225m son PVC SDR 26 y 12m de HG, el agua llega al tanque de almacenamiento a través de bombeo eléctrico, a la capacidad del tanque 24.5m<sup>3</sup> de agua, y está ubicado en la parte alta de la comunidad.

El área donde está ubicado el pozo existe un cerco perimetral, este no se encuentra en las condiciones óptimas para el cuidado del sistema, por lo tanto, la fuente no se encuentra completamente segura, así mismo la caseta no cuenta con seguridad alguna, por tal motivo cualquier persona puede entrar sin consentimiento dado, la línea de conducción está cubierta con tierra, no existe un clorinador para el tratamiento del agua.

#### 4.1.1.5. Datos técnicos del equipo de Bombeo

Tabla 2. Datos técnicos de la bomba

Control	Control Box Franklin Electric
Modelo	2823018110
Hp	2
V	230
S.F	Max
A	9.8



Figura 9. Controles eléctricos

El circuito de mando eléctrico del sistema se encuentra instalado dentro de una caseta tal y como se observa en la Figura 9, por lo cual el sistema está resguardado, lo que permite que no se deteriore, los cables de conexión a los disyuntores se encuentran en excelente estado, los datos técnicos de la bomba se detallan en la Tabla 2.

En la caseta de control funciona una planta eléctrica (Generador) de Diésel modelo KOE 8500 E de 60 Hz (Figura 10), con la cual se realizaba el bombeo por 4 horas has la pila de almacenamiento para luego abastecer a la comunidad por gravedad.



*Figura 10. Planta eléctrica*

La pila de almacenamiento está hecha de ladrillos y concreto repellado como se observa en la Figura 11, tiene una altura de 2 m, un ancho de 3.5 m y una longitud de 3.5 m con una capacidad de almacenamiento de 2500 litros lo que es equivale en 24.5 m<sup>3</sup> de agua para abastecer a 72 familias.



*Figura 11. Pila de la comunidad*

La pila se conserva en buenas condiciones, ha sido repellada y pintada de igual forma está tapada sin presentar fuga alguna.

#### 4.1.1.6. Línea de distribución

El diámetro del ramal principal cuenta con tubería de 1½ pulgada. El sistema MABE de la comunidad El Pino fue diseñado en su momento para 14 puestos públicos, y en los alcances

de obra se enfatiza en que deben reconstruirse 8 puestos públicos y 6 requieren reparación esto con el objeto de mejorar las condiciones y el acceso al sistema de agua potable.

De acuerdo al puntaje obtenido según el Formato de la Tabla 10. Calificación A. Estado del sistema ubicada en anexos, el estado de la infraestructura le corresponde 3.1, lo que supone en proceso de deterioro o medianamente sostenible debido a las distintas condiciones que ha presentado la infraestructura y teniendo en cuenta las normativas que de momento no cumple este sistema.

#### 4.1.2. Gestión, operación y mantenimiento del sistema

##### 4.1.2.1. Gestión Administrativa (G)

La evaluación de la gestión administrativa de sistema en la comunidad se determinó a partir de información brindada por miembros de la directiva del CAPS y con los usuarios del sistema esto se refleja en la Tabla 3 según el formato de la Tabla 12.

*Tabla 3. Gestión administrativa - PROPILAS*

Gestión administrativa:  $(a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m+n) / 14$

Puntaje a calificar	4	3	2	1
a) Responsable de la administración		X		
b) Tendencia de expediente técnico			X	
c) Herramienta de gestión			X	
d) Número de usuarios en padrón de asociados	X			
e) Cuota familiar	X			
f) Cuanto es la cuota	X			
g) Morosidad			X	
h) Numero de reuniones de directivas con usuarios		X		

i) Cambios de la directiva			X	
j) Quien escoge modelo de la pileta			X	
k) Número de mujeres que participan del sistema	X			
l) Han recibido cursos de capacitación	X			
m) ¿Qué cursos?			X	
n) Se han realizado nuevas inversiones			X	

Mediante la Tabla 3 se ha conocido que el sistema de agua potable es administrado por el CAPS, estos son reconocidos legalmente y organizados por la alcaldía de Estelí, sin embargo, no cuentan con registro técnico, algunos consumidores pagan el servicio de agua potable, pero no todos los usuarios, siendo este el 13% de los encuestados, quienes manifiestan no recibir agua potable a su vez personas de la población afirman que estos sí reciben, al no tener medidor esto no se puede comprobar ya que las personas toman el agua de los puestos públicos directo a sus casas y no hay forma de comprobación más allá de la visual.

La cuota que pagan los usuarios es de C\$50.00, aproximadamente el 60% de los habitantes cree que la cuota que paga por el servicio es suficiente lo que es un poco preocupante debido a que el resto no lo considera suficiente.

El CAPS se reúne solo cuando es necesario, este se reformó hace dos años con ayuda de Familias Unidas, todo esto debido a que los que anteriormente lo conformaban decidieron no seguir en actividad y quien únicamente quedó activo fue Edy Talavera responsable de operación y mantenimiento del sistema, los integrantes reciben capacitaciones sobre limpieza, cloración, operación y reparación del sistema, a pesar de ello las personas que habitan la comunidad dicen no recibir ninguna recomendación ni capacitaciones por parte del CAPS encargados sobre la correcta manipulación del agua. En la comunidad no se han realizado nuevas inversiones al sistema.

Según la investigación la evaluación de la gestión administrativa se determinó mediante la Tabla 13 ubicada en la sección de anexos el promedio del puntaje de los 14 criterios, en el que se obtuvo una puntuación de 2.86. La gestión se encuentra en el rango de 2.51–3.50 esto quiere decir que se encuentra en un estado regular o medianamente sostenible.

**El Comité de Agua Potable y Saneamiento de la comunidad está integrado por las siguientes personas:**

*Tabla 4. Roles del comité del CAPS*

Nombres y apellidos	Cargo
Julio Valenzuela	Presidente
Mario Peralta	Secretario
Ileana Chavarría	Fiscal
Xilonen Centeno	Vocal
Elda Ruiz	Tesorerera

En relación a la participación de las mujeres como elemento primordial en la composición de los comités de agua, es importante señalar que dentro de la junta directiva de dicho comité están trabajando de manera activa tres mujeres quienes ocupan cargos de fiscal, tesorera y vocal respectivamente (Tabla 4). Dándole así protagonismo mayoritariamente a la mujer dentro del CAPS.

4.1.2.2. Operación y Mantenimiento (O y M)

La evaluación de la operación y mantenimiento se determinó de acuerdo al método PROPILAS de acuerdo a la Tabla 13, se ha evaluado: si cuentan con un plan de mantenimiento, si existe participación de los usuarios en reparaciones o mantenimiento del sistema, cada cuanto tiempo cloran el agua, si realizan limpieza a la pila de almacenamiento, si existe persona encargada de mantenimiento y si es remunerado (Tabla 5).

Tabla 5. Operación y mantenimiento - PROPILAS

Operación y mantenimiento $:(a+b+c+d+e+f+g+h) /8$				
Puntaje a calificar	4	3	2	1
a) Plan de mantenimiento				X
b) Participación de los usuarios		X		
c) Cada tiempo se realizan la limpieza			X	
d) Cada tiempo se realizan la cloración			X	
e) Prácticas de conservación de la fuente	X			
f) Quien se encarga de los servicios de Gasfitería		X		
g) Remuneración de gasfitero	X			
h) Cuenta con herramientas	X			

El CAPS no cuenta con un plan de mantenimiento, la persona encargada de la operación de sistema es quien también realiza los mantenimientos, esta persona fue capacitada por Familias Unidas sin embargo cuando hay problemas mayores tienen que recurrir a un especialista en fontanería, no aplican algún tipo de limpieza en la pila, a pesar de ello está en

buen estado y no presenta fugas, no realizan cloración al agua. El área que rodea el pozo es área verde por lo que la flora es abundante en la zona.

Mediante las encuestas realizadas el 99% de las personas de la comunidad manifiesta hacer uso racional del agua cuando disponen de ella, lo que representa respuesta positiva. El 90% considera importante el mantenimiento que se realiza a los sistemas de agua potable.

Según los puntajes obtenidos de operación y mantenimiento en el sistema, los resultados muestran un puntaje de 2.87, lo que indica según la Tabla 13 ubicada en anexos se localiza en el rango 2.51–3.50 por lo tanto se encuentra medianamente sostenible.

Por lo tanto, el índice de sostenibilidad general del sistema de bombeo de agua potable según el formato de la Tabla 13. Calificación C. Operación y mantenimiento e interpretación de promedios - Metodología PROPILAS resulta de 2.93 puntos en donde se encuentra en proceso de deterioro o medianamente sostenible.

#### 4.1.3. Propiedades físico-químicas y bacteriológicas del agua

Se analizó un total de 16 variables, de las cuales, 14 corresponden a físicas – químicas (Tabla 6), 2 a microbiológicas (Tabla 9). Los resultados se compararon tanto con la norma CAPRE de consumo humano, como con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) 05 007-98, tipo 1A (Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub - producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él, y que requiere únicamente la adición de desinfectantes).

Tabla 6. Resultados de parámetros físicos – químicos del pozo

<i>Análisis</i>	<i>Método</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultado El Pino</i>	<i>Norma CAPRE (Máximo Admisible)</i>	<i>NTON 05 007-98</i>
<i>Sodio</i>	<i>ISO 11885 Second Edition 2007-08</i>	<i>mg/l</i>	<i>3,10</i>	<i>200</i>	<i>200</i>
<i>Potasio</i>	<i>ISO 11885 Second Edition 2007-09</i>	<i>mg/l</i>	<i>0,51</i>	<i>10</i>	<i>NA</i>

<b>Calcio</b>	<i>ISO 11885 Second Edition 2007-10</i>	<i>mg/l</i>	9,56	100	NA
<b>Magnesio</b>	<i>ISO 11885 Second Edition 2007-11</i>	<i>mg/l</i>	3,74	50	NA
<b>Carbonatos</b>	<i>SMEWW 2320 B</i>	<i>mg/l</i>	ND (<2,4)	NA	NA
<b>Bicarbonatos</b>	<i>SMEWW 2320 B</i>	<i>mg/l</i>	48,07	NA	NA
<b>Sulfatos</b>	<i>SMEWW 4500 SO4 E</i>	<i>mg/l</i>	2,45	250	250
<b>Cloruros</b>	<i>SMEWW 4500 Cl B</i>	<i>mg/l</i>	5,49	250	250
<b>*PH</b>	<i>SMEWW 4500 H B</i>	-	6,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
<b>*Conductividad Eléctrica</b>	<i>SMEWW 2510 B</i>	<i>μs/cm</i>	123,3	400	NA
<b>Fosfatos</b>	<i>SMEWW 4500-P E</i>	<i>mg/l</i>	NC (<0,21)	NA	NA
<b>Boro</b>	<i>mg/l</i>	NA		NA	NA
<b>Nitratos</b>	<i>NMX-AA-079- SCFI-2001</i>	<i>mg/l</i>	ND (<0,09)	50	10
<b>Nitritos</b>	<i>SMEWW 4500 NO2 B</i>	<i>mg/l</i>	ND (<0,007)	0.1	10
<b>Sólidos Totales</b>	<i>mg/l</i>	<i>SD</i>	SD	NA	
<b>Dureza como carbonatos de calcio</b>	<i>SMEWW 2340 C</i>	<i>mg/l</i>	39,27	NA	NA
<b>Relación de absorción de sodio (RAS)</b>	-	<i>SD</i>	SD	NA	
<b>Porcentaje de sodio</b>		%		NA	NA
<b>Carbonato de sodio residual (RSC)</b>		-	SD	NA	NA



<b>Porcentaje intercambiable</b>		-	SD	NA	NA
<b>Temperatura</b>	22	°C	SD	18 - 30	NA

SD: Sin dato, ND: No detectado, NA: No Aplica

### Clasificación de las aguas según su dureza

El valor obtenido en el pozo El Pino clasifica la dureza del agua como suaves, al encontrarse por el rango de 0 -60 mg/L de dureza como carbonato de calcio según la Tabla 7 (Neira Gutiérrez, 2006).

Tabla 7. Clasificación de las aguas según su dureza (Neira Gutiérrez, 2006)

<b>Rango de Dureza (mg/L CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>Descripción</b>
<b>0 – 60</b>	<i>Suaves</i>
<b>61 – 120</b>	<i>Moderadamente duras</i>
<b>121 – 180</b>	<i>Duras</i>
<b>más de 180</b>	<i>Muy duras</i>

Desde el punto de vista de calidad de agua estimada a partir de la dureza total en la Tabla 8 se clasifica como aguas de **buena calidad** en relación con los valores contenidos (Neira Gutiérrez, 2006).

Tabla 8. Clasificación de la calidad del agua según el rango de dureza (Neira Gutiérrez, 2006)

<b>Calidad del Agua</b>	<b>Rango de dureza</b>
<b>Aguas de buena calidad</b>	Hasta 150 mg de CaCO <sub>3</sub>
<b>Aguas de calidad media</b>	Hasta 300 mg de CaCO <sub>3</sub>
<b>Aguas de calidad aceptable</b>	Hasta 500 mg de CaCO <sub>3</sub>
<b>Aguas difícilmente utilizables</b>	Por encima de 600 mg de CaCO <sub>3</sub>

### Análisis bacteriológicos

Los parámetros microbiológicos están formados por: coliformes totales y coliformes fecales. En la

Tabla 9 se detallan los resultados obtenidos y su comparación con las normas vigentes (Número más probable por cada 100 ml). NMP: Número más probable.

*Tabla 9. Resultados de parámetros microbiológicos del pozo*

<i>Análisis</i>	<i>Método</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultado El Pino I y II</i>	<i>Norma CAPRE (Máximo Admisible)</i>	<i>NTON 05 007-98</i>
<i>*Coliformes Totales</i>	<i>SMEWW 9221 B</i>	<i>NMP/100 ml</i>	49	<i>Negativo</i>	200
<i>*Coliformes Fecales</i>	<i>SMEWW 9221 E</i>	<i>NMP/100 ml</i>	5	<i>Negativo</i>	NA

Los resultados de la Tabla 9 indican que el agua del pozo que abastece la comunidad El Pino presenta 49 NMP/100 ml coliformes totales. Así mismo se encontró presencia de 5 NMP/100 ml de coliformes fecales.

Con los resultados mencionados anteriormente, las aguas desde el punto de vista biológico, según las normas CAPRE, sobrepasan el máximo admisible permitido para consumo humano.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Moraga, Benavidez y Camas (2021) en el que las pruebas microbiológicas realizadas en los pozos muestran contaminación por parte de coliformes en los cuales están 8 en coliformes totales y 2 en coliforme fecales, lo que hace notar los niveles de contaminación existentes en comunidades rurales de Estelí. Sin embargo, es de resaltar la calidad del agua en las que los dos estudios destacan una buena calidad en cuanto a la dureza por el carbonato de calcio.

#### **4.1.4. Propuesta mejoras en la operación del sistema**

A partir de las observaciones al sistema de bombeo de agua potable de la comunidad EL Pino y su estado actual, tanto en estructura, gestión administrativa, así como la operación y

mantenimiento del mismo, se proponen las siguientes mejoras que serán de valor para la sostenibilidad del proyecto.

## **Estado de la infraestructura del sistema**

### **Pila de almacenaje**

Este es utilizado en este caso como un depósito destinado a almacenar agua para consumo humano. En un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable.

### **Observaciones**

La estructura se encuentra en buenas condiciones sin embargo presenta poco mantenimiento y limpieza. La persona encargada de accionar la bomba tiene que subir desde la ubicación de la caseta eléctrica hasta la zona en la que está colocada la pila de almacenamiento para verificar el llenado de esta, ya que al no contar con una válvula de llenado el flujo tiende a desbordarse.

### **Propuestas**

1. Aplicar mantenimiento en las zonas que sea necesario (repello en agujeros que presenta la pila), para que los defectos no se hagan mayores.
2. Medición del tiempo de llenado de la pila de almacenamiento.
3. Instalación de kit de medición de parámetro cloro y pH.
4. Mayor seguridad en la tapadera de la pila (candado en la cerradura).

### **Red de distribución**

La red de distribución es aquella en la que se transporta el agua desde la planta de tratamiento o del tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio, es decir, el punto en el que el usuario puede hacer uso de ella, ya sea una toma de agua comunitaria o conexiones domiciliarias en la comunidad.

### **Observaciones**

La red de distribución cuenta con ciertas tuberías expuestas en la transición de la misma por lo que en ocasiones tienden a romperse por diferentes factores, a su vez personas de la

comunidad han realizado modificaciones para beneficio propio de su vivienda. La red no cuenta con cámara rompe presión CRP7 la cual sirve para romper las presiones que el agua trae producto de la gravedad.

### **Propuestas**

1. Reparación de tuberías en las zonas que se encuentran defectuosas, así mismo modificar las partes en las que estén expuestas y propensas a deterioros para no reparar los mismos daños con frecuencia.
2. Instalar en los puntos bajos de la tubería una válvula de limpieza para expulsar sedimentos que se acumulan en los puntos bajos de la línea, así mismo válvulas de compuerta que se encontrarán dentro de la red de distribución, las cuales permitirán, al ser necesario, el cierre de subsectores para cualquier eventualidad seguir prestando el servicio. Cada válvula de compuerta se encontrará en su respectiva caja. Esta caja estará construida de ladrillo con tapadera de concreto.
3. Construir cámaras rompe presión CRP7 en las zonas necesaria para evitar la rotura de tuberías.
4. Instalar micro medidores que registren el consumo de agua en las viviendas que garantice el pago justo y correspondiente del vital líquido que necesita cada hogar y por ende la sostenibilidad del sistema de agua potable.

### **Sistemas de desinfección**

El objetivo de la desinfección del agua es eliminar a los organismos patógenos que se encuentran en ella. Algunos microorganismos dañinos en los sistemas de almacenamiento y distribución de agua pueden ser ciertas bacterias encontradas en el agua.

### **Observaciones**

No disponen de un método adecuado de desinfección del agua, ya que desconocen la calidad del agua, a su vez la cloración realizada no es correcta ya que se llega a realizar cada 3 o más meses.

## **Propuestas**

1. Instalar un equipo de cloración que permita la desinfección constante del agua potable.
2. Instruir al encargado del funcionamiento del sistema acerca de la cloración correcta del agua y establecer correctamente los periodos en los que se debería aplicar.

## **Sistema eléctrico**

### **Observaciones**

El panel eléctrico se encuentra resguardado en la caseta sin embargo la seguridad que lo resguarda no es la adecuada, el cerco está deteriorado y la puerta de la caseta no cuenta con ningún candado.

### **Propuestas**

1. Mejoras en el cerco perimétrico que cubre el pozo y la caseta, a su vez no permitir el acceso a personas que no estén autorizadas por el CAPS.
2. Colocar candado de seguridad en la puerta de la caseta.
3. Limpieza de excesos de concreto que quedó encima de la caja de control luego del repello de la pared.

## **Estado de la administración, operación y mantenimiento del sistema**

### **Gestión administrativa**

#### **Observaciones**

El CAPS no realiza reuniones con la frecuencia necesaria ni tienen establecidas fechas concretas para la realización de estas. El encargado tiende a anotar las personas que aporta la tarifa, sin embargo, no hacen un balance concreto con lo que cuentan; asimismo desconocen la cantidad de familias que no son puntuales con el pago más sin embargo son beneficiarios del sistema. No tienen expedientes del funcionamiento del sistema. Del mismo modo no realizan gestiones necesarias para acrecentar el conocimiento del funcionamiento del sistema y tampoco gestiones para conocer la calidad del agua.

## **Propuestas**

1. Realizar cronograma actividades y reuniones por parte del CAPS, así mismo el instruir a las familias de la comunidad al correcto uso del sistema de manera sostenible y equitativa.
2. Tener un control de los ingresos adecuado disponiendo así de un fondo para las inversiones, actividades y distintas reparaciones que el sistema necesita.
3. Tramitar la instalación de micro medidores para controlar el consumo de agua e implementar un sistema de tarifas de cobro mensual por servicio de acuerdo a la razón de consumo, debe lograr cubrir los gastos directos e indirectos que incurren en la conducción, la desinfección y la distribución del agua potable, así también para obtener una reserva que sirva para cubrir futuras inversiones en ampliaciones del sistema.
4. Diseñar formatos que permitan tener un expediente del funcionamiento del sistema, lo que es de utilidad para futuras ampliaciones del servicio.
5. Efectuar distintas capacitaciones sobre la cloración, correcta reparación del sistema, lo que genera una mayor durabilidad del mismo y reduciría los costos en reparaciones.
6. Realizar exámenes de la calidad del agua con los distintos indicadores bacterianos de contaminación gestionadas por las autoridades correspondientes para garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua, así como el saneamiento para todas las personas.
7. Gestionar distintas inversiones para la mejora del sistema tanto técnico como administrativo además de materiales, herramientas y equipos para la correcta función de este.

## **Operación y mantenimiento**

### **Observaciones**

Este sistema no cuenta con ningún tipo de guía de mantenimiento tanto correctivo como preventivo, por lo que al momento de fallas tienden a improvisar o incluso tiende a tardar la reparación de estas, por tal razón las fallas son más frecuentes. La persona encargada de la operación y mantenimiento no es especialista en ello por lo tanto no siempre dispone de las

herramientas adecuadas por lo que si surgen fallas eléctricas tienen que buscar a alguien disponible o incluso llevar la bomba a la ciudad para su reparación.

### **Propuestas**

1. Realizar guía de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema el cual previene la aparición de fallos y averías en los equipos.
2. Capacitaciones al operador del sistema sobre la operación y mantenimiento del sistema. Antes de la puesta en marcha de la bomba para el llenado del tanque de almacenamiento, se debe revisar el cuadro de mando eléctrico, para detectar desperfectos eléctricos además deberá poner especial atención al cuidado, revisión de las válvulas instaladas y manejarlas adecuadamente; visualizando las tuberías para localizar fugas.
3. La correcta cloración del sistema es indispensable ya que esto está altamente ligado a la salud de las personas de la comunidad, esta debe ser aplicada cada vez en el periodo establecido con la instalación del clorinador.
4. Contactar a una persona fija la cual se encargue de las reparaciones que no se puedan realizar por el encargado del mantenimiento de la comunidad como el sistema eléctrico, esto permitirá realizar las correcciones más rápido sin necesidad de transportar los equipos hasta la ciudad.
5. Se debe llevar un registro de las actividades de mantenimiento desarrolladas sobre las instalaciones (tuberías, válvulas, tanque de almacenamiento) y equipos (bomba, cuadro eléctrico). De tal manera que con las intervenciones realizadas se conozca el desempeño de los equipos e instalaciones, y estimar el tiempo restante de vida útil o sustitución indicada por razones de orden técnico.

Tras el análisis y las propuestas del sistema con el fin de mejorar la sostenibilidad de este se ha realizado un presupuesto en base a las mejoras que se necesitan llevar a cabo, en el cual el costo total es de C\$33,750.00 (treinta y tres mil setecientos cincuenta córdobas netos), los cuales se detallan en la Tabla 15 en la sección de anexos. En este no se incluyen micromedidores puesto a que quien se encarga de esto es la empresa ENACAL y es esta quien dispone de los permisos y requerimientos para la instalación de estos.

## Capítulo V

### 5.1. Conclusiones

1. A partir del estado actual del sistema de bombeo de agua potable en la comunidad El Pino, se ha evaluado su sostenibilidad y modelo de gestión permitiendo así definir cada una de las limitaciones existentes y problemáticas a resolver para mantener el correcto funcionamiento del mismo.

De este modo se ha logrado estimar la condición técnica del sistema mediante el formato PROPILAS el cual da como resultado ser un sistema medianamente sostenible con una puntuación de 3.1, ya que los distintos elementos encontrados en este no han mostrado grandes afectaciones que lo sitúen como un sistema en grave proceso de deterioro.

2. Según la evaluación, el tipo de gestión, operación y mantenimiento se encuentra que los habitantes de la comunidad no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, a la vez el encargado de la operación y mantenimiento del sistema no es fontanero por lo que las reparaciones que realiza únicamente se tratan de las más comunes, por tal motivo es que cuando se les presentan problemas mayores acuden a la ciudad de Estelí para su reparación. A su vez es de notar la falta de organización para las distintas labores como los son las reuniones del comité y de la capacitación hacia las personas de la comunidad en mención al correcto uso del agua, esto debido a que en ocasiones las familias tienden a hacer uso de este líquido sin embargo no pagan la cuota. Este sistema se encuentra medianamente sostenible según la puntuación obtenida por el formato PROPILAS.
3. De acuerdo a los resultados del examen físico-químico y bacteriológico del agua de consumo de la comunidad El pino se concluye que, las aguas desde el punto de vista biológico, según las normas CAPRE, sobrepasan el máximo admisible permitido para consumo humano, por lo tanto, debe recibir algún tipo de tratamiento que sobrelleve a su potabilización plena y confiable. Desde el punto de vista de calidad de agua



estimada a partir de la dureza total se clasifica como aguas suaves en relación con los valores obtenidos.

4. Se ha realizado una síntesis de propuestas según las observaciones realizadas, con el fin de incrementar el buen funcionamiento y la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua el cual tiene un coste de C\$33,750.00; destacando en ellas el uso de un clorinador para la purificación del agua y la aplicación de un plan de mantenimiento para extender el periodo útil del sistema.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Se recomienda al CAPS capacitarse para realizar un plan estratégico de mantenimiento al sistema donde incluyan la participación de la comunidad en general.
2. Mejorar la organización y trabajo en conjunto del CAPS con la comunidad, ser accesibles y brindar charlas de sostenibilidad, racionalización, así como el correcto uso de la fuente, también brindarle a la población mayor seguridad y confiabilidad a la hora de pagar sus cuotas, ya que por esta razón algunas familias no apoyan económicamente.
3. El CAPS será el responsable de asignar un valor monetario al metro cubico de consumo, a su vez puede pedir una capacitación a ENACAL acerca de la cobranza del servicio y que acciones deben tomar en cuenta a la hora de asignar su cuota, además de la recaudación, resguardo del dinero para sostenibilidad del sistema y contar con un debido registro de manera organizada de las finanzas del sistema de agua potable.
4. Evitar modificaciones del diseño principal del sistema que no sean indicadas por un profesional y anteriormente verificadas por el CAPS.

## Bibliografía

- Agüero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima: AsociaciOn Servicios Educativos Rurales.
- Alarcón, A., & Romero, D. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena*. Guayaquil.
- Álvarez, O. P. (2014). *Sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, Cajamarca*. Lima: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Asquí Aguayo, D. P., & Recalde Cortez, K. D. (2022). *Evaluación del sistema de conducción de agua cruda de la Regional "Santa Gertrudis" y sistema de tratamiento y distribución de agua potable de la Comunidad Chaupiloma*. Monografía, Cochamba, Chaupiloma. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25770/1/UCE-FING-CIC-ASQUI%20DIEGO-RECALDE%20KAREN.pdf>
- Blanco, E., Velarde, S., & Fernández, F. (1994). *Sistemas de bombeo*. Gijón: UNIVERSIDAD DE OVIEDO. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56407640/Sistemas\\_de\\_Bombeo\\_-\\_1994-libre.pdf?1524581224=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSISTEMAS\\_DE\\_BOMBEO.pdf&Expires=1670779593&Signature=C8T3T3Fuk01PTtG04~Gnl7r1u8ZeLr7DX2RP1Ew3DXMzb~c5x9IWqZPVfC](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56407640/Sistemas_de_Bombeo_-_1994-libre.pdf?1524581224=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSISTEMAS_DE_BOMBEO.pdf&Expires=1670779593&Signature=C8T3T3Fuk01PTtG04~Gnl7r1u8ZeLr7DX2RP1Ew3DXMzb~c5x9IWqZPVfC)
- CARE - PERÚ. (2007). *Caso PROPILAS en Cajamarca*. CARE.
- Casas Villanueva, J. (2014). *La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado el Cerillo del distritito de baños del Inca - Cajamarca, 2014*. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de [https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok\\_es/000/661/661931.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-](https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/661/661931.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-)

Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20221211%2F%2Fs3%2Faws4\_request&X-Amz-Date=20221211T222813Z&X-Amz-SignedHeaders=ho

- Congreso de la República Lima. (2009). *LEY DE RECURSOS HÍDRICOS N° 29338*. Lima.
- Cordero Torres, J. M. (2 de Diciembre de 2011). *Ciencia y Sociedad*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2022, de Repositorio INTEC: <https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1379/CISO20113604-682-701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz Zúñiga, N., & Centeno Mora, E. (2019). *Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: el caso en Cartago, Costa Rica*. Cartago. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962020000100095&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962020000100095&script=sci_arttext)
- ENACAL. (2021). *Cobertura de agua rural en Nicaragua*. Managua: SINIBU.
- Falcón, J., & Delgado, C. (2019). *Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la metodología SIRAS 2010 en la Ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Peru*. Lima, Peru: Universidad de San Martín de Porres.
- Gamarra, A. R. (2014). *Sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro de Nuevo Peru, Distrito La Encañada - Cajamarca 2014*. Lima, Peru: Universidad Nacional de Cajamarca.
- González, G. (2018 de Enero de 2018). *LIDEFER.COM*. Obtenido de LIDEFER.COM: <https://www.lifeder.com/recoleccion-de-datos/>
- iagua. (12 de Septiembre de 2016). *iagua*. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es>
- Israel Irías, H. R. (2019). *Evaluación de la gestión y estado de mini acueductos por bombeo eléctrico, de las comunidades Sontule y los Plancitos, Esteli*. Esteli.

- Juan, C. V. (2014). *La Sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado el cerrillo del distrito de baños del Inca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- La Gaceta - Diario Oficial. (2010). *Reglamento de la ley especial de los comités de agua potable y saneamiento (CAPS)*. Managua : La Gaceta No. 172.
- La Gaceta. (2014). *Ley Especial de comites de agua potable y saneamiento*. Managua: La Gaceta - Diario Oficial.
- Macias Crespo, J. M. (2016). *Evaluación del sistema de agua potable de la Cabecera Parroquial Caracol y propuesta de mejoras*. Babahoyo. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16786>
- Manitoba Conservation and Water Stewardship. (2014). *Water Storage tank*. Manitoba.
- Mijahuanca Ocaña, K. C. (2019). *La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en las zonas alto andinas: caso caserío de Ayate, distrito de Sallique - Provincia de Jaén - Cajamarca*. Lambayeque: Universidad Nacional "Pedro Luis Gallo". Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4447/BC-TES-TMP-3268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2005). *Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento*. Lima.
- Moraga, M., Benavidez, R., & Camas, Y. (2021). *Evaluación de la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad Paso Ancho del Municipio de Estelí*. Estelí.
- Naciones Unidas. (2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible - Agua y Saneamiento: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Neira Gutiérrez, M. A. (2006). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación. estudio de caso: Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

- OPS. (sf). *Organización panamericana de la Salud*. Obtenido de [www.paho.org](http://www.paho.org):  
<https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Peralta Vera, A. A. (2018). *Estudio experimental de un sistema de bombeo solar fotovoltaico en corriente continua*. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú.
- Smith, V., & Lockwood. (2011). *Preparativos y costos de apoyo a los proveedores de servicios de agua*.
- SUNASS. (2000). *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*. Obtenido de Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento:  
<https://www.sunass.gob.pe/websunass/>
- WHO. (1996). Storage Tank. En W. H. Organisation, *Fact sheets on environmental sanitation: Storage tank* (págs. 107-110). Obtenido de [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/WHO%201996b.%20Storage%20tanks.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/WHO%201996b.%20Storage%20tanks.pdf)
- Zabala Chavarría, F., & Betancur Bustamante, F. A. (2017). *Sistema de administración de acueductos rurales SAAR*. Instituto Tecnológico Metropolitano. Antioquia: Instituto Tecnológico Metropolitano. Obtenido de [http://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/2103/Rep\\_Itm\\_pre\\_Zabala.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/2103/Rep_Itm_pre_Zabala.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# Anexos



**LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A**  
**LAQUISA**



Ministerio de Fomento, Industria y Comercio  
**ONA**  
Oficina Nacional de Acreditación  
Laboratorio de Ensayo  
Código de Acreditación: LE-510-11-02

LAQUISA-RT-FM-68-E

### INFORME DE ANÁLISIS

<b>Cliente:</b> Alexis Tercero	<b>Lugar de muestreo:</b> Comunidad El Pino
<b>Dirección:</b> Cruz Roja Esteli, 2 C al Este, 1/2 al Norte	<b>Municipio/Depto.:</b> Esteli /Esteli
<b>Nombre de muestra:</b> Comunidad El Pino Esteli	<b>Fecha muestreo:</b> 2022/11/30
<b>Descripción muestra:</b> Agua	<b>Fecha de realización de ensayo:</b> 2022/12/01-2022/12/05
<b>Fecha ingreso:</b> 2022/11/30	<b>Fecha de emisión:</b> 2022/12/05
<b>Ref. laboratorio:</b> MC-3381-22	<b>Muestreado por:</b> Cliente
<b>Número de muestreo:</b> -	

Análisis	Método	Unidad	Resultado
*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	49
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	5

*LAQUISA es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.*



Lic. Benito Zapata Amaya  
Director Ejecutivo



Lic. Marvin Josué Molina Mendoza  
Responsable de Bacteriología

Figura 12. Informe de análisis bacteriológicos del agua del pozo de la comunidad El Pino de laboratorios LAQUISA



# LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-68-E

## INFORME DE ANÁLISIS

<b>Cliente:</b> Alexis Tercero <b>Dirección:</b> Cruz Roja Esteli, 2 C al Este, 1/2 al Norte <b>Nombre de muestra:</b> Comunidad El Pino Esteli <b>Descripción muestra:</b> Agua <b>Fecha ingreso:</b> 2022/11/30 <b>Ref. laboratorio:</b> AG-2019-22 <b>Número de muestreo:</b> -	<b>Lugar de muestreo:</b> Comunidad El Pino <b>Municipio/Depto.:</b> Estelí/Estelí <b>Fecha muestreo:</b> 2022/11/30 <b>Fecha de realización de ensayo:</b> 2022/12/01-2022/12/12 <b>Fecha de emisión:</b> 2022/12/12 <b>Muestreado por:</b> Cliente
--	---

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Sodio	SMEWW 3111 B	mg/l	3,10
*Potasio	SMEWW 3111 B	mg/l	0,51
*Calcio	SMEWW 3111 B	mg/l	9,56
*Magnesio	SMEWW 3111 B	mg/l	3,74
Carbonatos	SMEWW 2320 B	mg/l	ND (<2,4)
Bicarbonatos	SMEWW 2320 B	mg/l	48,07
*Sulfatos	SMEWW 4500 SO4 E	mg/l	2,45
Cloruros	SMEWW 4500 Cl B	mg/l	5,49
*pH	SMEWW 4500 H B	-	6,5
*Conductividad Eléctrica	SMEWW 2510 B	µS/cm	123,3
*Nitritos	SMEWW 4500 NO2 B	mg/l	ND (<0,007)
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001	mg/l	ND (<0,9)
Fosfatos	SMEWW 4500-P E	mg/l	NC (<0,21)
Dureza Como Carbonato de Calcio	SMEWW 2340 C	mg/l	39,27
Fluoruros	SMEWW 4500 F- D	mg/l	ND (<0,1)

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.  
 ND: No Detectado.  
 NC: No Cuantificado.

  
 Lic. Indiana Lucia Acosta López  
 Vice-Directora Ejecutiva

  
 Lic. Vanessa Raquel Narváez Martínez  
 Resp. de Agua

Figura 13. Informe de análisis físico-químicos del agua del pozo la comunidad El Pino de laboratorios LAQUISA

Tabla 10. Calificación A. Estado del sistema - Metodología PROPILAS

Factores o determinantes	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	colapsado
PUNTAJES A CALIFICAR	4	3	2	1
<b>A. Estado del Sistema:</b> (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) / 5				
<b>A.1. Cantidad</b>				
a) Volumen ofertado				
b) Volumen ofertado	a mayor que b	a igual que b	a menor que b	a igual que cero
<b>A.2. Cobertura:</b>				
a) Volumen demandado				
b) N° de personas Atendidas	a mayor que b	a igual que b	a menor que b	a igual que cero
<b>A.3. Continuidad: (a+b)/2</b>				
a) Permanencia del agua en la fuente	Permanente	Baja pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses	Seco totalmente
b) Permanencia del agua en los 12 últimos meses en el sistema	Todo el día y todo el año	Todo el día cuando hay agua y por horas cuando se seca	Por horas todo el año	Algunos días
<b>A.4. Calidad del Agua (a+b+c+d+e) / 5</b>				
a) Colocación o no del cloro en el agua	Si	-----	-----	NO
b) Nivel de cloro residual en agua	Cloro: 0.5 – 0.9mg/lit	Baja cloración / Alta Cloración	-----	No tiene Cloro
c) Cómo es el agua que consumen	Agua Clara	Agua turbia	Con elemento extraños	No hay agua
d) Análisis bacteriológico en agua	Si se realizó	-----	-----	No se realizó
e) Institución que supervisa la calidad del agua	MINSA / JASS	Municipalidad	Otro	Nadie
<b>A.5. Estado de la Infraestructura:</b> (a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k) / 10				
a) Captación				
- Cerco Perimétrico	Si tiene en buen estado	Si tiene en mal estado	-----	No tiene
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Accesorios	Bueno	Regular	Malo	No tiene
b) Caja o buzón de reunión				
- Cerco perimétrico	Si tiene en buen estado	-----	Si tiene en mal estado	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpia o rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
c) Cámara rompe presión CRP 6				
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpia y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
d) Línea de conducción				
- Como está la tubería	Cubierta totalmente	Cubierta parcial	Malograda	Colapsada
- Si lo tuviera. Estado de los pases aéreos	Bueno	regular	Malo	Colapsada
e) Planta de tratamiento de aguas				
- Cerco perimétrico	Si en buen estado	-----	Si en mal estado	No tiene.
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	Colapsado
f) Reservorio				
- Cerco perimétrico	Si en buen estado	No en mal estado	-----	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria con seguro	Si tiene	-----	-----	No tiene
- Tanque de almacenamiento	Bueno	Regular	Malo	-----
- Caja de válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Tubería de limpia y rebose	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Tubo de ventilación	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Hipoclorador	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Válvula flotadora	Bueno	-----	Malo	No tiene



Tabla 11. Calificación A. Estado del sistema (Continuación)

Factores o determinantes	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	colapsado
PUNTAJES A CALIFICAR	4	3	2	1
- Válvula de entrada	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Válvula de salida	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Válvula de desagüe	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Nivel estático	Bueno	-----	Malo	No tiene
- Dado de protección cloración por goteo	Bueno	-----	Malo	No tiene
- grifo de enjuague	Bueno	-----	Malo	No tiene
g) Línea de aducción y red de distribución	Cubierta totalmente	Cubierta parcial	Malograda	-----
- Tubería	Bueno	Regular	Malo	Colapsado
- Estado de pasos aéreos (si hubiera)				
h) Válvulas	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de aire	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de purga	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de control	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
i) Cámara rompe presión CRP 7	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cerco perimétrico	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa de caja de válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- tubería de limpia y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvula de control	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- válvula flotadora	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
j) Piletas públicas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Pedestal	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvula de paso	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Grifo	Bueno	Regular	Malo	No tiene
k) Piletas domiciliarias	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Pedestal	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvula de paso	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Grifo	Bueno	Regular	Malo	No tiene

Tabla 12. Calificación B. Gestión del sistema - Metodología PROPILAS

Factores o determinantes	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	colapsado
PUNTAJES A CALIFICAR	4	3	2	1
<b>B. Gestión: (a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m+n) /</b>				
a) Responsable de la administración del servicio	Junta Administradora o JASS	Núcleo ejecutor	Municipalidad / Autoridades	Nadie
b) Tenencia del expediente técnico	JASS / JAP	Comunidad / Núcleo Ejecutor	Municipalidad	No sabe
c) Herramientas de gestión	Estatutos Padrón de asociados Libro de Caja Recibos de pago Libro de actas	Al menos 3 opciones de la anterior	Al menos 1 opción de las anteriores	No usan ninguna de las anteriores
d) Numero de usuarios en padrón de asociados	Es igual a N° de familias que se abastecen con el sistema	-----	Es menor que el N° de familias que se abastece con el sistema	No hay padrón o no hay ningún usuario inscrito
e) Cuota familiar	Si hay	-----	-----	No pagan
f) Cuanto es la cuota	Mayor de 3 soles	De 1.1 a 3 soles	0.1 a 1 sol	No pagan
g) Morosidad	Menor del 10%	10.1 al 50.9%	51% al 89.9%	90% a 100%
h) Número de reuniones de directiva con usuarios	3 veces al año / mensual	1 o 2 veces al año	Sólo cuando es necesario	No se reúnen
i) Cambios en la directiva	A los 2 años	A los 3 años	Al año / mas de tres años	No hay Junta
j) Quién escoge modelo de pileta	Esposa / la familia	El esposo	El proyecto	No hay pileta
k) N° de mujeres que participan en gestión del sistema	2 mujeres	1 mujer	-----	Ninguna
l) Han recibido cursos de capacitación	Si	-----	-----	No
m) Que cursos	- Limpieza, Cloración y Desinfección - Operación y reparación del sistema - Manejo administrativo	Al menos dos temas de los anteriores	Al menos 1 tema de los anteriores	Ningún tema
n) Se han realizado nueva inversiones	Si	-----	-----	No

Tabla 13. Calificación C. Operación y mantenimiento e interpretación de promedios - Metodología PROPILAS

Factores o determinantes	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	colapsado
PUNTAJES A CALIFICAR	4	3	2	1
<b>C. Operación y Mantenimiento:</b> <b>(a+b+c+d+e+f+g+h) / 8</b>				
a) Plan de mantenimiento	Si se cumple	Si, pero a veces	Si, pero no se cumple	No existe
b) Participación de usuarios	Si	Sólo la junta	A veces - algunos	No
c) Cada que tiempo realizan la limpieza	4 veces al año o más	3 veces al año	1 o 2 veces al año	No se hace
d) Cada que tiempo realizan la cloración	Entre 15 a 30 días	Cada tres meses	Mas de tres meses	Nunca
e) Prácticas de conservación de la fuente	Vegetación natural	Forestación / Zanjas de infiltración	-----	No existe
f) Quien se encarga de ,os servicios de gasfitería	Gasfitero / operador	Los directivos	Los usuarios	Nadie
g) Remuneración de gasfitero	Si	-----	-----	No
h) Cuenta con herramientas	Si	-----	-----	No
<b>TOTAL PROMEDIOS:</b> <b>A(0.50) + B(0.25) + C(0.25)</b>	3.51 - 4	2.51 – 3.50	1.51 – 2.50	1 – 1.50
<b>INTERPRETACIÓN</b>	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	Colapsado



## ENCUESTA

### Diagnóstico de mini acueductos implementados por la Fundación Familias Unidas, en el municipio de Estelí.

No: \_\_\_\_\_

### Encuesta para usuarios del Sistema de Abastecimiento de Agua potable

#### Introducción

El siguiente instrumento (encuesta), tiene como fin conocer aspectos relacionados con el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable implementados por la Fundación Familias Unidas. Por lo que de la manera más atenta se le solicita por favor responder de forma objetiva a cada una de las preguntas que se le realizan dado que son de mucha importancia para el análisis de este estudio.

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Fecha de encuesta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1.2 Comunidad: \_\_\_\_\_

1.3 Sexo: Hombre ( ) ; Mujer ( )

1.4 Edad: \_\_\_\_\_ (años)

1.5 Tiempo de vivir en la comunidad: \_\_\_\_\_(años)

#### I. ASPECTOS RELACIONADOS AL FUNCIONAMIENTO DE LOS CAPS.

1. ¿Cómo considera el trabajo realizado por los CAPS?

1. Malo: ( ) ; 2. Regular: ( ) ; 3. Bueno: ( ) ; 4. Muy Bueno: ( ) ; 5. Excelente: ( )

2. ¿Considera usted que el CAPS, trabajan efectivamente por el bien común de la comunidad?

Malo: ( ) ; 2. Regular: ( ) ; 3. Bueno: ( ) ; 4. Muy Bueno: ( ) ; 5. Excelente: ( )

3. ¿Considera usted que las actividades realizadas por el CAPS garantizan que exista disponibilidad de agua para los beneficiarios?

Malo: ( ) ; 2. Regular: ( ) ; 3. Bueno: ( ) ; 4. Muy Bueno: ( ) ; 5. Excelente: ( )

4. ¿Cómo valora usted el nivel de gestión que realiza el CAPS ante otras instancias como ALCALDIA, MINSA, INAA y ENACAL?

1. Mala: ( ); 2. Regular. ( ); 3. Buena: ( ); 4. Muy Buena: ( ); 5. Excelente: ( )

5. ¿Cómo valora usted la participación de la mujer en la directiva del CAPS?

1. Mala: ( ); 2. Regular. ( ); 3. Buena: ( ); 4. Muy Buena: ( ); 5. Excelente: ( )

## II. ASPECTOS RELACIONADOS AL USO Y ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

1. ¿Usted está satisfecho con el servicio de distribución de agua potable de su comunidad?

1. Sí: ( ); 2. No: ( )

2. En su hogar. ¿qué usos le da al agua que se suministra a través de la red?

Higiene personal: ( ); 2. Aseo del Hogar: ( ); 3. Riego: ( ); 4. Otro Especifique: ( )

3. ¿Cuántas horas al día cuentan con servicio de agua?

Horas.: \_\_\_\_

4. ¿Cuánto es su consumo mensual de agua en m<sup>3</sup>?

Consumo: \_\_\_\_

5. ¿Usted realiza uso racional del Agua?

1. Sí: ( ); 2. No: ( )

6. ¿Usted realiza su pago de tarifa de agua de forma puntual?

Sí: ( ); 2. No: ( )

7. ¿Considera usted que la cuota que paga es suficiente para el mantenimiento de su sistema de agua potable?

1. Sí: ( ); 2. No: ( )

8. ¿Considera importante el mantenimiento que se realiza al sistema de agua potable de su comunidad?

1. Sí: ( ); 2. No: ( )

9. Menciones que medidas de ahorro implementa en su hogar para el uso racional del agua.

---

---

### III. ASPECTOS DE HIGIENE Y SALUD.

1. ¿Sabe si el MINSA o el ENACAL supervisan y hacen control (de calidad, análisis físico-químicos y bacteriológicos) del agua de consumo?  
1. Sí: ( ); 2. No: ( )
2. ¿Sabe si ENACAL como institución apoya a la comunidad en la parte técnica del sistema de agua potable?  
1. Sí: ( ); 2. No: ( )
3. ¿Conoce si en la comunidad existe una persona formada como brigadista de salud para garantizar la calidad del agua?  
1. Sí: ( ); 2. No: ( )
4. ¿Cómo considera la calidad del agua del sistema?  
1. Mala: ( ); 2. Regular: ( ); 3. Buena: ( ); 4. Muy Buena: ( ); 5. Excelente: ( )

### Respuestas de encuestas

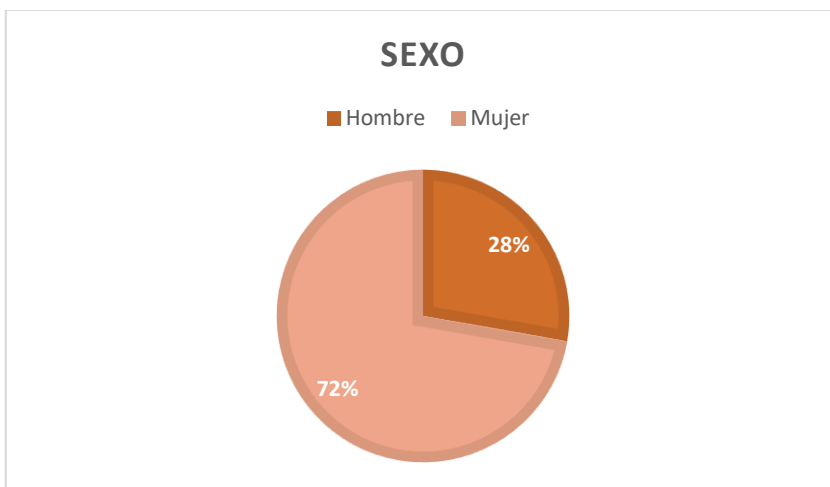
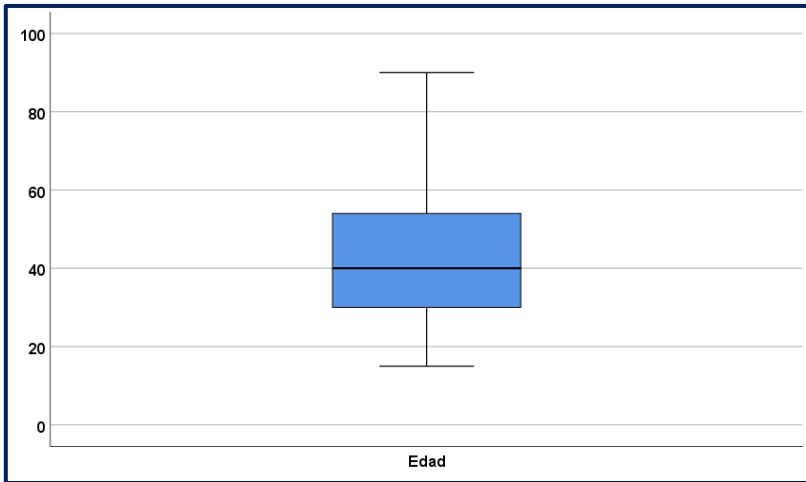


Figura 14. Genero de representación del estudio



*Figura 15. Edad de los encuestados*

*Tabla 14. Tiempo de vivir en la comunidad*

<b>Comunida d</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desv. Desviación</b>
<b>El Pino 1</b>	29.60	15	17.991
<b>El Pino 2</b>	26.73	11	21.166

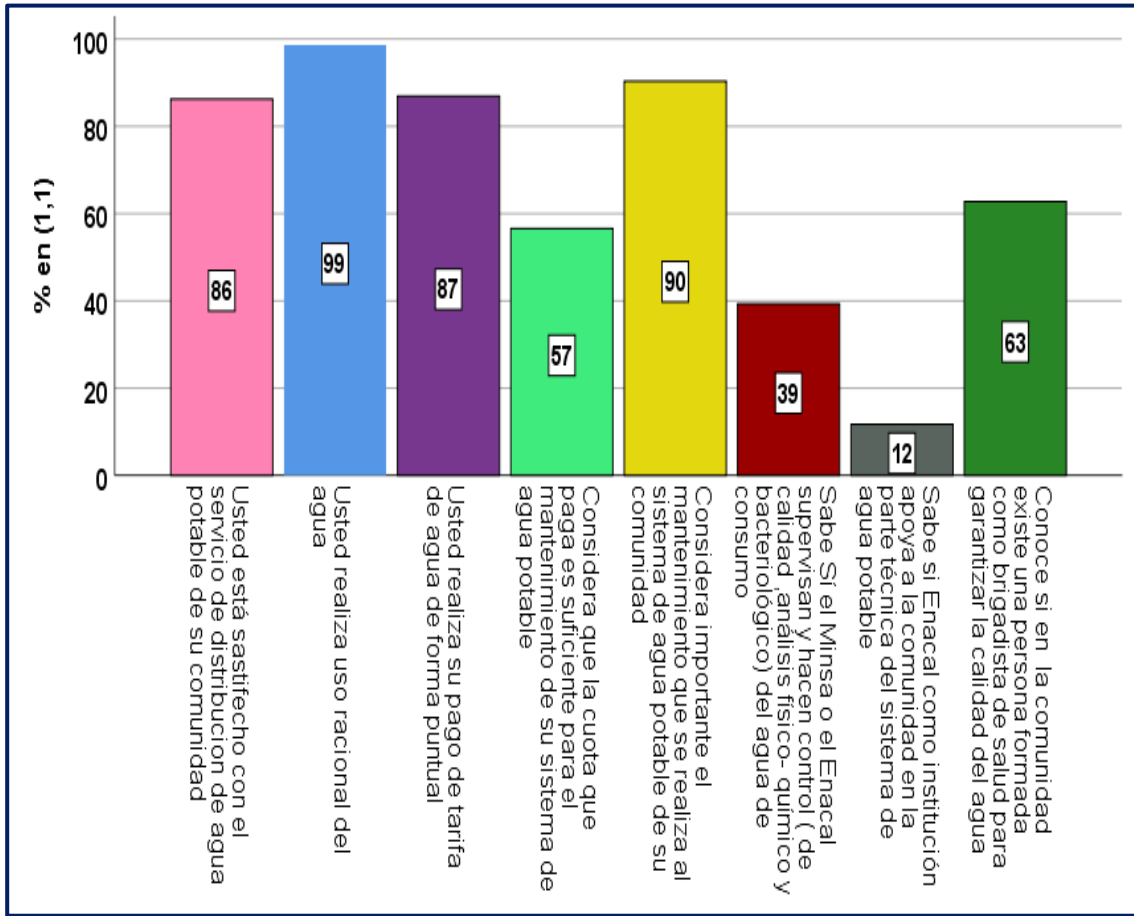


Figura 16. Variables Dicotómicas

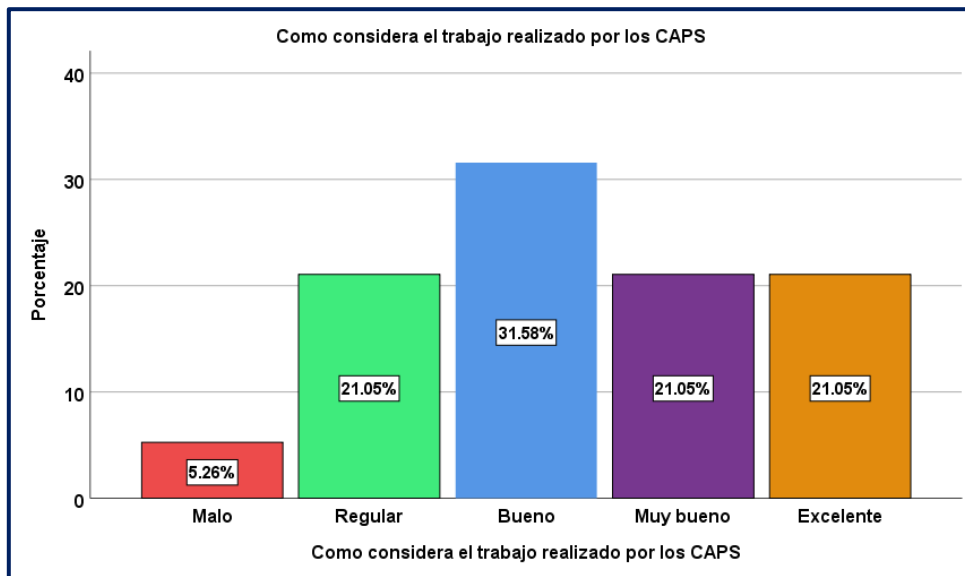
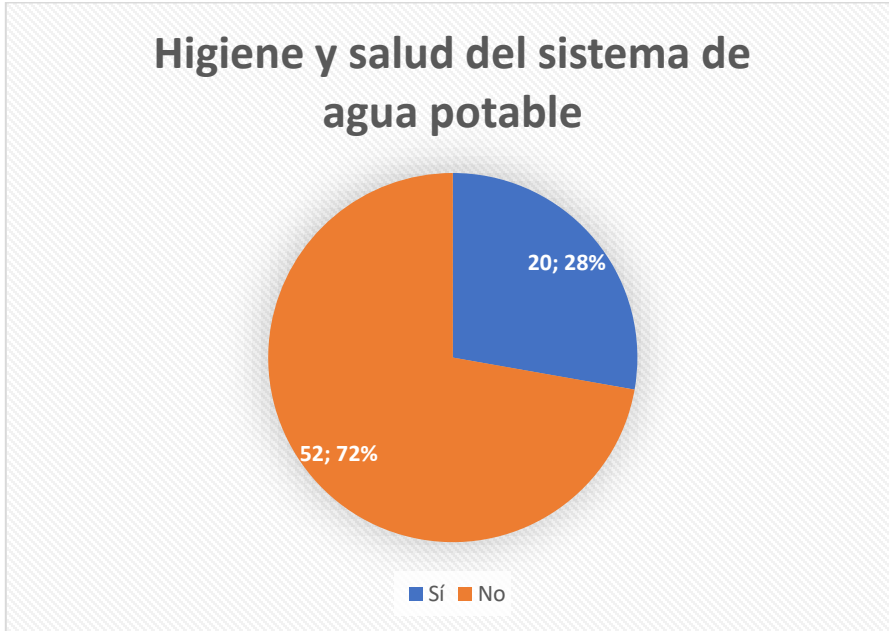
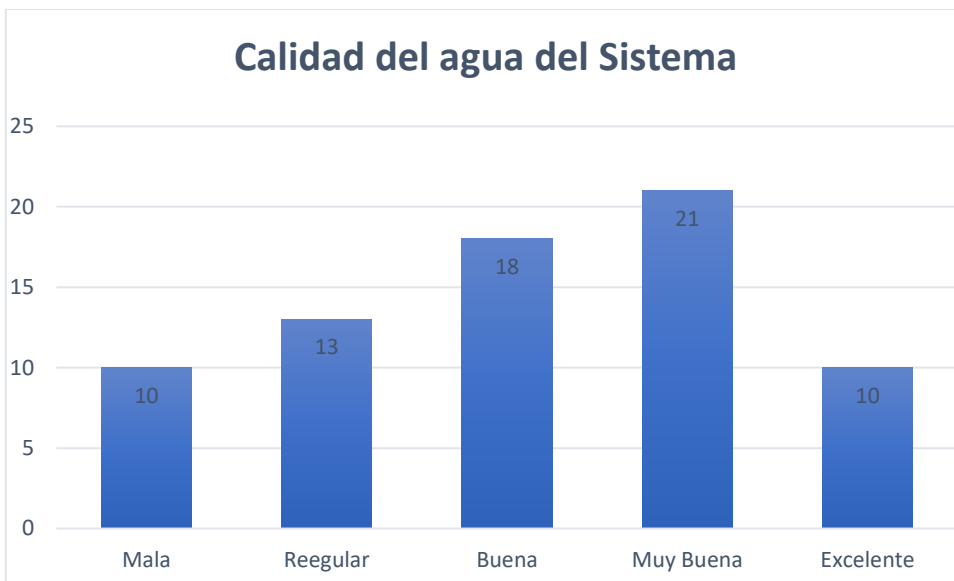


Figura 17. Trabajo realizado por los CAPS



*Figura 18. Aspectos de higiene y salud que manejan las personas de la comunidad*



*Figura 19. Calidad del agua del Sistema de agua potable*





*Figura 20. Toma de medidas a pila de almacenamiento*



*Figura 21. Pozo de la comunidad*





*Figura 22. Recolección de muestras de agua del pozo*

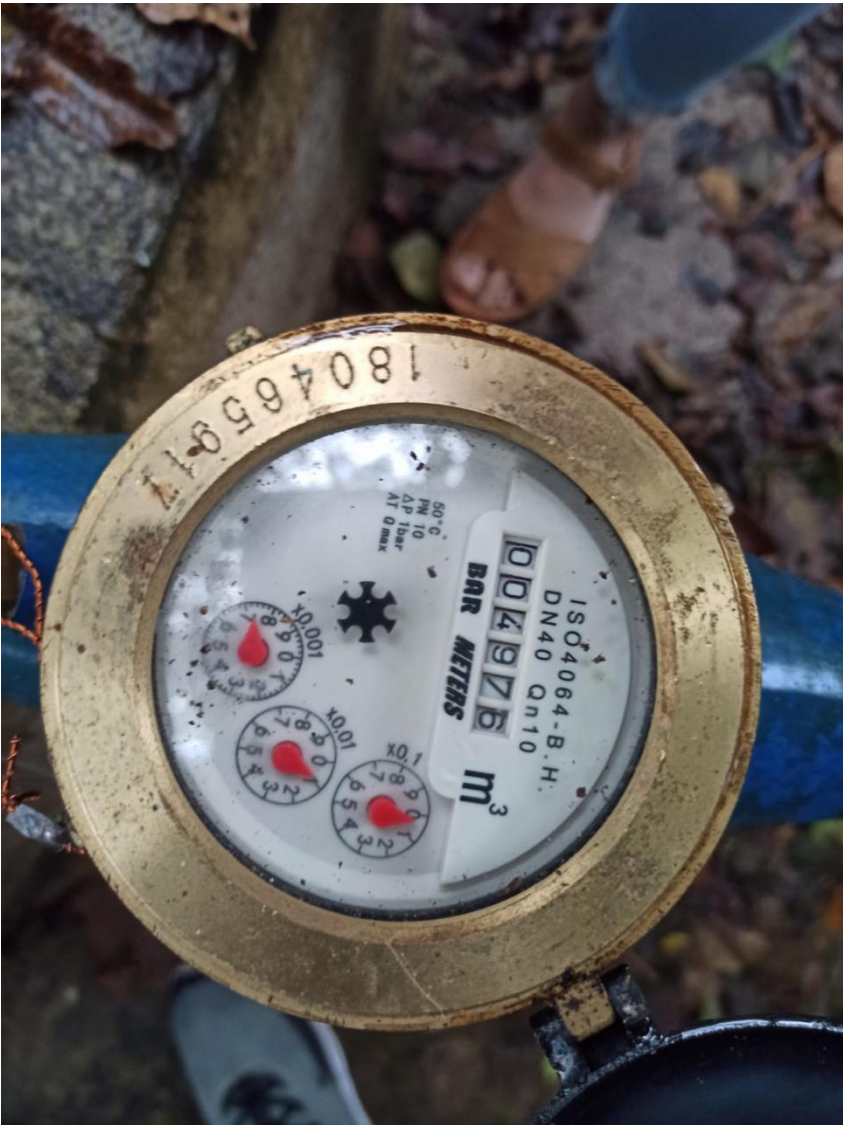


Figura 23. Caudalímetro del sistema





*Figura 24. Puesto público de recolección de agua*

Tabla 15. Presupuesto de mejoras

<b>ITEM</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1	Medidor de pH	1	C\$5,000.00	C\$5,000.00
2	Obra de repello	1	C\$750.00	C\$750.00
3	Kit de Cloración	1	C\$3,700.00	C\$3,700.00
4	Cámara RP7	3	C\$3,800.00	C\$11,400.00
5	Candado mediano	2	C\$150.00	C\$300.00
6	Obra de Cercado	1	C\$3,000.00	C\$3,000.00
7	Caja de Limpieza	3	C\$3,200.00	C\$9,600.00
	<b>TOTAL</b>			<b>C\$33,750.00</b>