



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA SU  
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA  
POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO SAN PABLO,  
DISTRITO DE TAMBO GRANDE, PROVINCIA Y  
REGIÓN DE PIURA – 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**ROBLES VEGA, ANIBAL KATHRIEL**

**ORCID: 0000-0002-7318-2381**

**ASESOR:**

**LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL**

**ORCID: 0000-0002-1666-830X**

**PIURA – PERÚ**

**2022**

## **1. Título de la Tesis**

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población del centro poblado San Pablo, distrito de Tambo Grande, provincia y región de Piura – 2020.

## **2. Equipo de Trabajo**

### **AUTOR**

Robles Vega, Anibal Kathriel

ORCID: 0000-0002-7318-2381

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, estudiante de Pregrado, Piura, Perú.

### **ASESOR**

León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,

Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Piura, Perú.

### **JURADOS**

Sotelo Urbano, Johanna Del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Lázaro Díaz, Saúl Heysen

ORCID: 0000-0002-7569-9106

Bada Alayo, Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

### 3. Hoja de firma del Jurado y Asesor

---

Mgr. Sotelo Urbano, Johanna Del Carmen

Presidente

---

Mgr. Lázaro Díaz, Saúl Heysen

Miembro

---

Mgr. Bada Alayo, Delva Flor

Miembro

---

Ms. León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

Asesor

#### **4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria**

##### **Agradecimientos**

##### **A Dios**

Por estar siempre presente en mi vida, darme la sabiduría, perseverancia y valor para superar los obstáculos que se han presentado en el camino.

##### **A mi madre**

Por ser el soporte moral y económico en toda mi carrera.

##### **A mi**

Por creer en mí, por hacer todo el trabajo duro, por ser alguien que da y trata de dar más de lo que recibe, por nunca renunciar.

## **Dedicatoria**

Dedicado a mis abuelos, que con sus lecciones, consejos e historias forjaron el futuro  
de mi vida.

## **5. Resumen y abstract**

## Resumen

El presente proyecto, evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población del centro poblado San Pablo, distrito de Tambo Grande, provincia y región de Piura – 2020. Muestra las condiciones sanitarias en las que viven los moradores y presenta como **enunciado del problema:** ¿El evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable mejorará la condición sanitaria de la población? y tiene como **objetivo general:** Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona rural. **La metodología** empleada ha sido de tipo transversal; El nivel de investigación ha sido de un carácter cualitativo y cuantitativo; El diseño fue descriptivo no experimental. El análisis y procesamiento de datos se realizó con hojas de Excel y el programa WaterCAD, para la elaboración de las tablas gracias a esto se obtuvo como **resultado** un estado regular en el sistema de abastecimiento de agua potable llegando a la **conclusión** que no cumple con el abastecimiento de agua para todos los moradores de la comunidad. Siendo este un sistema no sostenible al perjudicar la salud de la comunidad para lo cual se ha mejorado la red de distribución y como propuesta de mejora a su vez se recomienda ejecutar una obra de mayor índole y mejor diseño hidráulico.

**Palabras clave:** Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable, incidencia en la condición sanitaria, mejoramiento del sistema de agua potable.

## Abstract

This project, evaluation and improvement of the drinking water supply system, for its impact on the health condition of the population of the San Pablo populated center, Tambo Grande district, province and region of Piura - 2020. It shows the sanitary conditions in which the inhabitants live and presents as a **statement of the problem**: Will evaluating and improving the drinking water supply system improve the sanitary condition of the population? and its **general objective** is: To evaluate and improve the drinking water supply system in rural areas. **The methodology** used has been transversal; The level of research has been of a qualitative and quantitative nature; The design was non-experimental descriptive. The analysis and processing of data was carried out with Excel sheets and the WaterCAD program, for the elaboration of the tables thanks to this, a regular state was obtained as a **result** in the drinking water supply system, reaching **the conclusion** that it does not comply with the water supply for all residents of the community. Since this is an unsustainable system as it harms the health of the community, for which the distribution network has been improved and as a proposal for improvement, it is recommended to execute a work of a greater nature and better hydraulic design.

**Keywords:** Improve of the drinking water supply system, impact on sanitary conditions, improvement of the drinking water system.

## 6. Contenido

<b>1. Título de la Tesis.....</b>	<b>ii</b>
<b>2. Equipo de Trabajo .....</b>	<b>iii</b>
<b>3. Hoja de firma del Jurado y Asesor .....</b>	<b>iv</b>
<b>4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....</b>	<b>v</b>
<b>5. Resumen y abstract .....</b>	<b>vii</b>
<b>6. Contenido .....</b>	<b>x</b>
<b>7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.....</b>	<b>xi</b>
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Revisión de la bibliografía.....</b>	<b>2</b>
2.1. Antecedentes.....	2
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	2
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	4
2.1.3. Antecedentes locales.....	8
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	10
<b>III. Hipótesis .....</b>	<b>46</b>
<b>IV. Metodología .....</b>	<b>47</b>
4.1. Diseño de investigación.....	47
4.2. Población y muestra.....	48
4.3. Definición y operacionalización de variables.....	49
4.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	53
4.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	53
4.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	53
4.5. Plan de Análisis .....	54
4.6. Matriz de consistencia .....	55
4.7. Principios éticos.....	56
<b>V. Resultados .....</b>	<b>57</b>
5.1. Resultados.....	57
5.2. Análisis de resultados .....	72
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>74</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>75</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>78</b>

## 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros

### Índice de figuras

Figura 1. Fases de un sistema de agua potable.....	13
Figura 2. Línea de conducción (Ilustración 03.31. según norma técnica) .....	17
Figura 3. Secuencia de diseño de investigación.....	47
Figura 4. Canal de riego tablazo .....	59
Figura 5. Electro bomba centrífuga de eje vertical .....	60
Figura 6. Reservorio “El Ereo” .....	61
Figura 7. Planta de tratamiento de agua potable “El Ereo”.....	62
Figura 8. Tubería de conducción.....	63
Figura 9. Tubería de Impulsión.....	64
Figura 10. Reservorio apoyado de C.P. San Pablo. ....	65
Figura 11. Tubería de aducción.....	66
Figura 12. Red de distribución. ....	67

### Índice de tablas

Tabla 1. Decretos y resoluciones que normalizan el sector de saneamiento y agua potable.....	11
Tabla 2. Coeficientes para el cálculo de pérdida de carga en piezas especiales y válvula.....	21
Tabla 3. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria.....	30
Tabla 4. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab. d) .....	32
Tabla 5. Dotación de agua para centros educativos .....	32
Tabla 6. Criterios de estandarización de componente hidráulicos .....	38
Tabla 7. Determinación del Qmd para diseño.....	39
Tabla 8. Determinación del volumen de almacenamiento .....	39
Tabla 9. Infraestructura del sistema de agua potable del C.P. San Pablo .....	68
Tabla 10. Resumen de la evaluación del sistema de agua potable .....	69
Tabla 11. Evaluación de velocidades en red de distribución existente .....	70
Tabla 12. Evaluación de presiones en red de distribución existente.....	70
Tabla 13. Mejoramiento de velocidades en red de distribución existente .....	71
Tabla 14. Mejoramiento de presiones en red de distribución existente .....	71

## I. Introducción

El presente proyecto, *“Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población del centro poblado San Pablo, distrito de Tambo Grande, provincia y región de Piura – 2020.”*; se origina en base a la realidad que afronta dicho centro poblado para lo cual nos hemos planteado el siguiente **problema**: ¿Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable mejorará la condición sanitaria de la población? para poder desarrollar dicha investigación la **metodología** empleada será de carácter descriptivo y de naturaleza transversal.

Se ha tenido como **objetivo principal**: “Evaluar y mejorar el sistema de agua potable en la zona rural del C.P. San Pablo”, distrito de Tambo grande, provincia de Piura – Piura y como **objetivos específicos**, el primero ha sido evaluar el estado del sistema de agua potable del C.P. San Pablo y el segundo, mejorar la red de distribución del sistema de agua potable del C.P. San Pablo. Esta investigación se **justificó** con el fin de recordar que el agua potable y el saneamiento básico son un derecho humano fundamental para el desarrollo de una comunidad. La presenta investigación plantea el mejorar la calidad de vida de los moradores del centro poblado San Pablo, que el agua potable sea suficiente y llegue a cada una de las viviendas de dicha zona rural. Promover el cuidado del agua y la calidad de esta, para evitar enfermedades diarreicas que perjudiquen la salud de los moradores; así mismo mejorar el sistema de saneamiento para las futuras generaciones de dicho centro poblado.

## II. Revisión de la bibliografía

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- Según Acosta R. <sup>(1)</sup> en su **tesis:** Estudio para el diseño del sistema de acueducto del corregimiento del salobre municipio de rio de oro- colombia- 2014, se tuvo como **objetivo:** Realizar un estudio para el diseñodel sistema de acueducto del corregimiento del Salobre. Así mismo el elaborar una guía para la operación y mantenimiento del sistema de agua y realizar los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos, la **metodología** utilizada para la realización de este proyecto es la descriptiva, pues se realizó la aplicación técnica de los elementos básicos para el diseño de un acueducto en el Corregimiento del Salobre, llegando a la **conclusión** que la quebrada El Salobre como fuente de abastecimiento es óptima, la presencia de coliformes, turbiedad y color se encuentra dentro de los índices normales. Como única fuente de abastecimiento, la quebrada aseguraría la continuidad en la operación del sistema de filtración de múltiples etapas sin ningún inconveniente y no sólo le daría continuidad a su uso si no que debido a la reducción de carga contaminante se produciría un efluente de mejor calidad, sin embargo, se hace énfasis en seleccionar y proteger la fuente abastecedora de agua es mucho más económico y efectivo que permitir su deterioro para después depender de complejos y costosas tecnologías de tratamiento de aguas.
- Según Batero G. y Sánchez C. <sup>(2)</sup> en su **tesis:** Diagnóstico del estado actual de redes y evaluación técnico económica de las alternativas para la

optimización del sistema de acueducto del municipio de Anapoima, Colombia -2017, se tuvo como **objetivo:** Determinar la factibilidad para la optimización del sistema de acueducto del Municipio de Anapoima, con base en el diagnóstico del suministro actual de agua potable y la evaluación técnica, económica de las alternativas de abastecimiento planteadas, así como determinar la población de diseño de acuerdo a los censos actuales del Municipio, evaluar las condiciones del suministro actual de agua potable (fuentes, redes, caudal y calidad de servicio). Al ser un diagnóstico la **metodología** empleada en esta tesis es cualitativa de carácter exploratorio, llegando a la **conclusión** que determinó que el caudal que abastece la zona es menor a la demanda, esto se da por el crecimiento poblacional, la disminución de láminas de agua por las sequías y la existencia de conexiones ilegales que impiden la continuidad del servicio.

- Según Valencia R. y Niño C.<sup>(3)</sup> en su **tesis** Diagnóstico y diseño de soluciones individuales de agua potable y saneamiento básico en el área rural dispersa bocas del Ele vereda cañas bravas municipio de Arauquita departamento de Arauca, Colombia – 2018, se tuvo como **objetivo:** Diseñar un sistema de acueducto y alcantarillado sanitario como solución al saneamiento básico para vivienda rural dispersa de Bocas del Ele vereda cañas bravas municipio de Arauquita Departamento de Arauca. Al ser un diseño y diagnóstico la **metodología** empleada en esta tesis es cuantitativa y cualitativa de carácter exploratorio, llegando a la **conclusión** que debido a la problemática generada por la dispersión de las

viviendas en la zona rural y la poca cobertura de los servicios públicos, se hace necesario desarrollar soluciones individuales de agua y saneamiento básico con la ejecución de este proyecto se logra reducir los costos asociados al pre inversión enfocados en el diagnóstico, diseño, formulación y estructuración de un proyecto de este tipo y brinda a las comunidades beneficiadas una oportunidad de acceder más fácilmente a la consecución de recursos frente a las entidades territoriales y dentro del censo de la población, pudimos identificar que son 47 viviendas que no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado digno, contando con un aproximado de 3 personas por vivienda y un total de 120 niños considerados población flotante que asisten a la Institución educativa llamada el Tránsito, de igual manera dentro del tipo de servicio que se presta, están 6 predios oficiales, entre escuela, iglesias y puesto de salud que aunque cuentan actualmente con el servicio este se encuentra deteriorado y se debe mejorar.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

- Según Milcerio A. <sup>(4)</sup> en su **tesis:** Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en las comunidades de Nazareth de Uchu y Tinca, distrito de Huamanquiya, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población, se tuvo como **objetivo:** Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en las comunidades de Nazareth de Uchú y Tinca, distrito de Huamanquiya, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la

población, evaluar los sistemas de saneamiento básico en las comunidades de Nazareth de Uchú y Tinca, distrito de Huamanquiua, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población y elaborar el mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico en las comunidades de Nazareth de Uchú y Tinca, distrito de Huamanquiua, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población, la **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El tipo es exploratorio. El nivel de la investigación será de carácter cualitativo. El diseño de la investigación se va a priorizar en elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para elaborar el mejoramiento de saneamiento básico en las comunidades de Nazareth de Uchú y Tinca, distrito de Huamanquiua, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. El universo o población de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por sistemas de saneamiento básico en zonas rurales, de las cuales se selecciona la comunidad de Nazareth de Uchú y Tinca con la cual se llegó a la **conclusión** que las comunidades de Nazareth de Uchú y Tinca, distrito de Huamanquiua, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho cuenta con serias deficiencias en los sistemas de saneamiento básico como vienen a ser los tres sistemas de captación de agua, la línea de conducción hacia el reservorio, la poca capacidad del reservorio y la falta de mantenimiento en las tuberías que van y salen del reservorio.

- Según Martínez T.<sup>(5)</sup> en su **tesis**: Evaluación y diseño de la línea de conducción para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, se tuvo como **objetivo**: Dar condiciones de salubridad a la población involucrada en las actividades del centro poblado El Cedrón, compatible con el medio ambiente y su entorno, tomando como base el criterio del ciclo integral del agua, evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado El Cedrón y evaluación de la línea de conducción del sistema de agua potable del centro poblado El Cedrón. La **metodología** generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección población, la **conclusión** ha demostrado que con este diseño de la línea de conducción se mejorará las condiciones de salubridad a la población del centro poblado El Cedrón, El cálculo del diseño de la línea de conducción se realizó usando el caudal máximo diario ya que existe un reservorio de 10 m<sup>3</sup> con su respectiva caseta de cloración. Se hace esta acotación ya que la oferta de la fuente es de 5 l/s y el caudal de demanda es de 0.69 l/s por consiguiente no sería necesario de un reservorio, pero en la presente monografía por criterios de diseño se utilizará el reservorio para abastecer a la población.
- Según Cordero E.<sup>(6)</sup> en su **tesis** Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de la mar, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población, tuvo como **objetivo**: Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento

básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población, evaluar los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población y elaborar el mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población. La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El tipo es exploratorio. El nivel de la investigación es de carácter cualitativo. El diseño de la investigación se priorizó en elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para elaborar el mejoramiento de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. El universo o población de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por sistemas de saneamiento básico en zonas rurales, de las cuales se selecciona las localidades de San Martín y San Antonio lo que nos llevó a la **conclusión** que el mayor impacto positivo que se logró con la ejecución y funcionamiento del estudio es eliminar el riesgo que presentaba la población de la comunidad de San Antonio y San Martín de ser afectado por enfermedades contagiosas, mejorándose

considerablemente el nivel de vida de la población. Así mismo se evitará la constante contaminación de las aguas del Río Apurímac.

### 2.1.3. Antecedentes locales

- Según Carhuapoma J.<sup>(7)</sup> en su **tesis** Diseño del servicio de agua potable en el caserío carrizo de la zona de Malingas del distrito de Tambo grande, provincia de Piura, departamento de Piura-mayo 2019, se tuvo como **objetivo:** Diseñar el servicio de agua potable en el caserío Carrizo, mejorando la calidad del agua que abastece a la población y por ende el estilo de vida y salud de todas las familias. La **metodología** ha sido análisis, deductivo, descriptivo, estadístico, longitudinal, no experimental y de corte transversal, llegando a la **conclusión** que este proyecto beneficiará a una población de 201 habitantes, los cuales contarán con agua apta para el consumo humano y en condiciones adecuadas de salubridad.
- Según Gavidia J.<sup>(8)</sup> en su **tesis:** Diseño y análisis del sistema de agua potable del centro poblado de Tejedores y los caseríos de Santa Rosa de Yaranche, Las Palmeras de Yaranche y Bello horizonte - zona de Tejedores del distrito de Tambo grande - Piura – Piura; marzo 2019, tuvo como **objetivo:** Diseñar y analizar el sistema de agua potable del centro poblado de Tejedores y Los Caseríos de Santa Rosa de Yaranche, Las Palmeras de Yaranche, y Bello Horizonte. La **metodología** empleada ha sido exploratorio y correlacional; cuantitativa y cualitativa. **Conclusión:** Se ha podido recolectar información cedida por la municipalidad delegada de Tejedores; Tejedores y sus caseríos, cuentan con una población

conformada por 346 viviendas, con un promedio de 5 habitantes por vivienda, resultando una población total de 1730 habitantes. También se sabe que el incremento anual de la población es de 1.10% (según INEI) y el periodo de diseño es de 20 años; con estos datos se estima que la población futura de diseño al año 2039, es de 2111 habitantes; y con los cuales se realizara el cálculo de diseño de dicho proyecto.

- Según Tarrillo C.<sup>(9)</sup> en su **tesis: Rehabilitación, ampliación y unificación de las plantas de tratamiento de aguas residuales del sector noreste de Piura – 2017**, se tuvo como **objetivo:** Garantizar una eficiente recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales cumpliendo con la normativa ambiental vigente, aplicando una solución que sea eficiente como económica, descripción y diagnóstico de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, proposición y comparación de alternativas de solución, selección y diseño de la alternativa más adecuada, la **metodología** empleada es correlacional, descriptiva de tipo cualitativo y cuantitativo consistiendo en una encuesta In situ a los beneficiarios, y conocer la problemática que aqueja a la población, Como resultado a la problemática se realizó el estudio de la fuente, llegando a la **conclusión** que se encontró problemas de diseño, construcción, operación y mantenimiento en ambas PTAR's: Aypate y Sector Noroeste, del área de influencia, se hace necesario la construcción de un sistema de drenaje pluvial separado del alcantarillado, debido a que la zona presenta precipitaciones pluviales muy altas, pero no continuamente.

## **2.2. Bases teóricas de la investigación.**

### **2.2.1. Bases legales**

#### **2.2.1.1. Entidades reguladoras:**

Las entidades encargadas de asegurar el control y la calidad de agua de una población en nuestro país son las siguientes:

- Ministerio de Salud (MINSA)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
- Gobiernos Regionales
- Gobiernos Locales, Provinciales y Distritales
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).
- Dirección Ejecutiva de Saneamiento Básico (DESAB)
- Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)

### 2.2.1.2. Decretos y resoluciones:

<i><b>DECRETOS Y RESOLUCIONES</b></i>	<i><b>NORMATIVIDAD</b></i>
A/Res/64/292. ONU	“El derecho humano al agua y el saneamiento”
Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento	“Se declaró a los servicios de saneamiento de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente”.
Decreto Supremo 002-2012-vivienda, artículo 3	“El Programa Nacional de Saneamiento Rural, tiene por objeto mejorar la calidad, ampliar la cobertura y promover el uso sostenible de los servicios de agua y saneamiento en las poblaciones rurales del país”.
Decreto Supremo 007-2017-vivienda	-Alcanzar el acceso universal, sostenible y de calidad a los servicios de saneamiento. -Atender a la población sin acceso a los servicios y de manera prioritaria a la de escasos recursos.
Resolución ministerial N°201-2012-vivienda	“Aprobaron los lineamientos para la Formulación de Programas o Proyectos de Agua y Saneamiento para los Centro Poblados del Ámbito Rural, estableciendo condiciones generales para la formulación de programas y proyectos entre ellos aspectos para la construcción de agua potable y saneamiento como la instalación sanitaria intradomiciliaria”.
Resolución ministerial N°189-2017-vivienda	
Resolución ministerial N°192-2018-vivienda	“Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”.
Resolución N°01615 de 2015	“Se autorizan laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano”.

**Tabla 1.** Decretos y resoluciones que normalizan el sector de saneamiento y agua potable.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.2.2. Evaluación**

“Una evaluación es un juicio cuya finalidad es establecer, tomando en consideración un conjunto de criterios o normas, el valor, la importancia o el significado de algo”.<sup>(10)</sup>

### **2.2.3. Mejoramiento**

“Cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor”.<sup>(11)</sup>

### **2.2.4. Agua**

“Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos”.<sup>(12)</sup>

### **2.2.5. Agua potable**

“Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a su calidad no representa un riesgo para la salud”.<sup>(13)</sup>

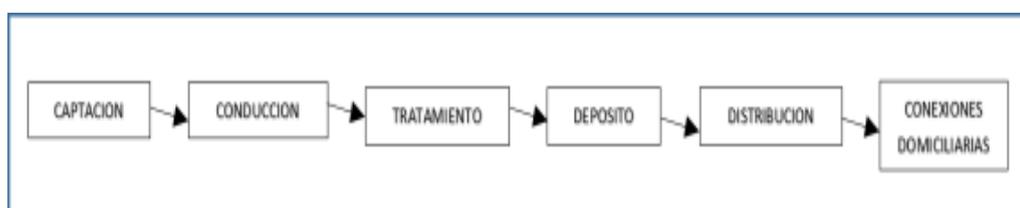
### **2.2.6. Sistema de abastecimiento de agua potable.**

#### **2.2.6.1.El abastecimiento de agua:**

“La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable”.<sup>(14)</sup>

### 2.2.6.2.Saneamiento básico:

“El saneamiento básico es definido como el conjunto de acciones, técnicas y medidas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental; comprendiendo el manejo del agua potable, los residuos orgánicos como las excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos de la salud y previene la contaminación ambiental”.<sup>(15)</sup>



**Figura 1.** Fases de un sistema de agua potable

**Fuente:** Trapote, 2013

### 2.2.6.3.Captación:

La captación para términos de ingeniería es la fuente de abastecimiento que recibe nuestro sistema, puede ser de dos tipos superficial (ríos, canales) y subterránea (manantiales); en esta investigación nuestra captación es superficial. Dicho proyecto se abastece de agua que llega desde el reservorio de San Lorenzo, quien recibe su abasto de agua de los ríos Quiroz, Chipillico y el embalse San Lorenzo.

De lo que denotamos que la fuente de captación de agua es superficial, por lo tanto, el agua debe ser tratada y redistribuida a los diferentes sectores de Tambo grande, entre ellos el C.P. San Pablo.

#### **2.2.6.4. Agua superficial:**

Se define como agua superficial aquellas que se encuentran sobre la superficie del planeta. Según el RNE, “toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como un sistema de regulación y control. El exceso de captación debe retomar al curso original”.<sup>(16)</sup>

#### **2.2.6.5. Estación de Bombeo**

“Componente del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, conformada por la caseta y el equipamiento hidráulico y eléctrico, que tiene como función trasladar el agua desde un punto bajo a uno más alto mediante el empleo de equipos de bombeo. Son un conjunto de estructuras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o a una PTAP”.<sup>(17)</sup>

#### **2.2.6.6. Líneas de impulsión**

La línea de impulsión se utiliza para conducir agua desde una menor cota hasta una cota ubicada en una zona más alta. La única forma de elevar el agua es a través de equipos de bombeo, generalmente del tipo centrífugo en sistemas de abastecimiento de agua.<sup>(17)</sup>

✓ **Material de la tubería**

El material de la tubería es escogido por factores económicos, así como de disponibilidad de accesorios y características de resistencia ante esfuerzos que se producirán en el momento de su operación.

- PVC, clase 10 o clase 15 (Normas ISO 4422).
- FFD, clase k-9 (Normas ISO 2531).
- Accesorios de FFD k-9 en todos los casos, para presiones de servicio mayores a 10 bar (Normas ISO 2531).

✓ **Las velocidades recomendables son:**

- Líneas de Impulsión de 0.6 m/s a 2.0 m/s.

✓ **Criterios de diseño de la Línea de Impulsión**

Para el cálculo del caudal de bombeo (l/s)

$$Q_b = Q_{md} \times \frac{24}{N}$$

Donde:

Q<sub>md</sub>: caudal máximo diario (l/s)

N: número de horas de bombeo al día

Para el cálculo del diámetro de la tubería de impulsión (m)

$$D = 0.96 * \left( \frac{N}{24} \right)^{\frac{1}{4}} * (Q_b^{0.45})$$

Donde:

D: Diámetro interior aproximado (m).

N: Número de horas de bombeo al día.

Q<sub>b</sub>: Caudal de bombeo obtenido de la demanda horaria por persona, del análisis poblacional y del número de horas de bombeo por día en (m<sup>3</sup> /s).

Velocidad Media de Flujo

$$V = 4 * \frac{Q_b}{(\pi * D_c^2)}$$

Dónde:

V: Velocidad media del agua a través de la tubería (m/s).

D<sub>c</sub>: Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería (m).

Q<sub>b</sub>: Caudal de bombeo igual al caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s).

#### **2.2.6.7.Línea de Conducción:**

Según la norma de opciones tecnológicas, “Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable”.<sup>(17)</sup>

“Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe

presión, cruces aéreos, sifones. El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente”.<sup>(17)</sup>



**Figura 2.** Línea de conducción (Ilustración 03.31. según norma técnica)

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

### ✓ Caudales de Diseño

“La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ), si el suministro fuera discontinuo, se debe diseñar para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ). La Línea de Aducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )”.<sup>(18)</sup>

### ✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- “La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s”.<sup>(18)</sup>
- “La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente”.<sup>(18)</sup>

✓ **Criterios de Diseño**

“Para las tuberías que trabajan sin presión o como canal, se aplicará la fórmula de Manning, con los coeficientes de rugosidad en función del material de la tubería”.<sup>(18)</sup>

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * i^{1/2}$$

Donde:

**V:** velocidad del fluido en m/s

**n:** coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

- ❖ Hierro fundido dúctil 0,015
- ❖ Cloruro de polivinilo (PVC) 0,010
- ❖ Polietileno de Alta Densidad (PEAD) 0,010

**R<sub>h</sub>:** radio hidráulico

**I:** pendiente en tanto por uno

✓ **Cálculo de diámetro de la tubería:**

“Para tuberías de diámetro superior a 50 mm, Hazen –Williams”:

$$H_f = 10,674 * [Q^{1.852} / (C^{1.852} * D^{4.86})] * L$$

Donde:

**H<sub>f</sub>:** pérdida de carga continua, en m.

**Q:** Caudal en m<sup>3</sup> /s

**D:** diámetro interior en m

**C:** Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

- Acero sin costura C = 120
- Acero soldado en espiral C = 100
- Hierro fundido dúctil con revestimiento C = 140
- Hierro galvanizado C = 100
- Polietileno C = 140
- PVC C = 150

**L:** Longitud del tramo, en m.

***“Para tuberías de diámetro igual o menor a 50 mm, Fair – Whipple”:***

$$H_f = 676,745 * [Q^{1,751} / (D^{4,753})] * L$$

Donde:

***H<sub>f</sub>: pérdida de carga continua, en m.***

***Q: Caudal en l/min***

***D: diámetro interior en mm***

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

- *“La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s”.*
- *“La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente”.*<sup>(18)</sup>

Línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Donde:

**Z:** Cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m

**P/γ:** Altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido

**V:** Velocidad del fluido en m/s

**H<sub>f</sub>:** Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales”.(18)

*“Si como es habitual, V<sub>1</sub>=V<sub>2</sub> y P<sub>1</sub> está a la presión atmosférica, la expresión se reduce a”:*

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

“La presión estática máxima de la tubería no debe ser mayor al 75% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse”.(18)

“Se deben calcular las pérdidas de carga localizadas ΔH<sub>i</sub> en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión”:

$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

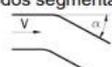
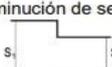
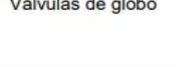
Donde:

**“ΔH<sub>i</sub>:** Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.

**K<sub>i</sub>**: Coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla N° 03.14)

**V**: Máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s

**g**: aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)<sup>(18)</sup>

ELEMENTO	COEFICIENTE $k_i$								
	$\alpha$	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
Ensanchamiento gradual 	$k_i$	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
Codos circulares 	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	$K_{90^\circ}$	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$									
Codos segmentados 	$\alpha$	20°	40°	60°	80°	90°			
	$k_i$	0,05	0,20	0,50	0,90	1,15			
Disminución de sección 	$S_2/S_1$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8			
	$k_i$	0,5	0,43	0,32	0,25	0,14			
Otras	Entrada a depósito						$k_i=1,0$		
	Salida de depósito						$k_i=0,5$		
Válvulas de compuerta 	$x/D$	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
	$k_i$	97	17	5,5	2,1	0,8	0,3	0,07	0,02
Válvulas mariposa 	$\alpha$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	$k_i$	0,5	1,5	3,5	10	30	100	500	
Válvulas de globo 	Totalmente abierta								
	$k_i$	3							

**Tabla 2.** Coeficientes para el cálculo de pérdida de carga en piezas especiales y válvula (Tabla N°03.20 según norma técnica).

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

### 2.2.6.8. Planta de tratamiento de agua potable:

Se considera una planta de tratamiento de agua a la edificación encargada del tratamiento de aguas naturales para eliminar microorganismos, sustancias químicas, caracteres físicos y radiológicos que sean nocivos para la salud humana.

### **2.2.6.9. Reservoirio apoyado de abastecimiento de agua:**

Es la medida con la que cuenta la comunidad (centro poblado) para almacenar y distribuir el agua que llega desde la PTAP “El Ereo”, usualmente en las zonas rurales está ubicado en una parte elevada para así por gravedad abastecer a los moradores.

El sistema de abastecimiento demandará una estructura donde almacenar el agua cuando la captación este por debajo que el caudal máximo horario (Qmh). Cuando el rendimiento de la captación este por encima del caudal de diseño no se considera un reservorio, se puede ratificar que el diámetro de la línea de conducción sea adecuado para conducir el caudal establecido, que proporcione cubrir la demanda de gastopoblacional.<sup>(19)</sup>

#### **✓ Aspectos generales**

“El reservorio se debe diseñar para que funcione exclusivamente como reservorio de cabecera. El reservorio se debe ubicar lo más próximo a la población, en la medida de lo posible, y se debe ubicar en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema”.

“Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m<sup>3</sup>. El reservorio debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el

perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas”.<sup>(18)</sup>

✓ **Criterios de diseño**

“El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual ( $Q_p$ ), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de  $Q_p$ ”.<sup>(18)</sup>

Se deben aplicar los siguientes criterios:

- “Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios”.<sup>(18)</sup>
- “La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador”.
- “La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos”.
- “La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo”.
- “El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas”.
- “Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier

momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante”.(18)

- “Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada”.
- “La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto”.
- “Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF61 o similar en país de origen”.
- “Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio”.
- “El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura”.
- “Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio”.

- “Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro”.
- “Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura”.
- “Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi)”.
- “Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles”.
- “La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse”.
- “Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población”.(18)

### ✓ **Recomendaciones**

- “Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta”.
- “En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanquidad del agua con el exterior, en el caso de que el reservorio sea construido en concreto”.
- “Para el caso de que el reservorio sea de otro material, ya sea metálico o plástico, las tuberías deben fijarse a accesorios roscados de un material resistente a la humedad y la exposición a la intemperie”.
- “La tubería de entrada debe disponer de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua”.(18)

#### **2.2.6.10. Línea de aducción**

Estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.

Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Se debe evitar pendientes mayores del 30% para evitar altas velocidades, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- Con el trazado se debe buscar el menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros

aspectos. Se evitarán tramos de difícil acceso, así como zonas vulnerables.

- En los tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.
- Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

#### **2.2.6.11. Red de distribución de agua potable:**

“Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias”.<sup>(17)</sup>

*Para motivos de la investigación y de diseño se deben considerar los siguientes aspectos.*

✓ **Aspectos Generales**

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- *“Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )”.*<sup>(17)</sup>
- *“Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (¾”) para ramales”.*<sup>(17)</sup>
- *“En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz, y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones”.*<sup>(17)</sup>
- *“La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises”.*<sup>(17)</sup>

✓ **Velocidades admisibles**

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- *“La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s”.*<sup>(17)</sup>

- “La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s”.<sup>(17)</sup>

✓ **Trazado**

*“El trazado de la red se debe ubicar preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se deben evitar terrenos vulnerables”.*<sup>(17)</sup>

✓ **Materiales**

*“El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales”.*<sup>(17)</sup>

✓ **Presiones de servicio.**

*Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:*

- *“La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a.”*<sup>(17)</sup>
- *“La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.”*<sup>(17)</sup>

*“De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se debe considerar el uso de cámaras distribuidora de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión”.*<sup>(17)</sup>

✓ **Criterios de diseño**

Para los diseños de la línea de distribución nos basaremos en los siguientes criterios de diseños estipulados en la ***“Norma Técnica De Diseño: Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Saneamiento En El Ámbito Rural”.***

***Criterios De Diseño Para Sistemas De Agua Para Consumo Humano***

### ✓ **Período de diseño**

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

- *Vida útil de las estructuras y equipos.*
- *Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria*
- *Crecimiento poblacional.*
- *Economía de escala*

*“Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes”(18):*

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>PERIODO DE DISEÑO</b>
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

**Tabla 3.**Periodos de diseño de infraestructura sanitaria (Tabla N°03.01 según norma técnica).

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

### ✓ **Población de diseño**

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente formula:

$$Pd = Pi * (1 + r * t/100)$$

Donde:

***Pi***: Población inicial (habitantes)

***Pd***: Población futura o de diseño (habitantes)

***r***: Tasa de crecimiento anual (%)

***t***: Período de diseño (años)

Es importante indicar:

- *“La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los períodos intercensales, de la localidad específica”.*<sup>(18)</sup>
- *“En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural”.*<sup>(18)</sup>
- *“En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual ( $r = 0$ ), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI”.*<sup>(18)</sup>

*“Para fines de estimación de la proyección poblacional, es necesario que se consideren todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Este documento debe estar debidamente legalizado, para su validez”.*<sup>(18)</sup>

✓ **Dotación**

*“La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el Capítulo IV del presente documento, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son ”<sup>(18)</sup>:*

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
<b>COSTA</b>	60	90
<b>SIERRA</b>	50	80
<b>SELVA</b>	70	100

**Tabla 4.**Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab. d) (Tabla N°03.02 según norma técnica)

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

*“Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab.d. Para las instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación ”<sup>(18)</sup>:*

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

**Tabla 5.** Dotación de agua para centros educativos (Tabla N°03.03 según norma técnica)

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

✓ **Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial**

*“Se asume una dotación de 30 l/hab.d. Esta dotación se destina en prioridad para el consumo de agua de bebida y preparación de alimentos, sin embargo, también se debe incluir un área de aseo personal y en todos los casos la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seco”.*<sup>(18)</sup>

✓ **Variaciones de consumo**

✓ **Consumo máximo diario (Qmd)**

Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Qp de este modo:

$$Q_p = \text{Dot} \times P_d / 86400$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

**Qp:** Caudal promedio diario anual en l/s

**Qmd:** Caudal máximo diario en l/s

**Dot:** Dotación en l/hab.d

**Pd:** Población de diseño en habitantes (hab)

✓ **Consumo máximo horario (Qmh)**

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_p = \text{Dot} \times P_d / 86400$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

**$Q_p$** : Caudal promedio diario anual en l/s

**$Q_{mh}$** : Caudal máximo horario en l/s

**$Dot$** : Dotación en l/hab.d

**$P_d$** : Población de diseño en habitantes (hab)

✓ **Tipo de fuentes de abastecimiento de agua**

a. “Criterios para la determinación de la fuente La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios”:

- *Calidad de agua para consumo humano.*
- *Caudal de diseño según la dotación requerida.*
- *Menor costo de implementación del proyecto.*
- *Libre disponibilidad de la fuente.*<sup>(18)</sup>

b. “Rendimiento de la fuente Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua

que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua”.<sup>(18)</sup>

- c. “Necesidad de estaciones de bombeo En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico”.<sup>(18)</sup>
- d. “Calidad de la fuente de abastecimiento Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias. Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA- AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban

los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua,  
define:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial)".<sup>(18)</sup>

✓ **Estandarización de Diseños Hidráulicos**

“Los diseños de los componentes hidráulicos para los sistemas de saneamiento se deben diseñar con un criterio de estandarización, lo que permite que exista un único diseño para similares condiciones técnicas. Los criterios de estandarización se detallan a continuación”.<sup>(18)</sup>

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
1	Barraje Fijo sin Canal de Derivación	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario “ $Q_{md}$ ” menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un “ $Q_{md}$ ” mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario “ $Q_{md}$ ” menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un “ $Q_{md}$ ” mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
9	Línea de Conducción		X	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X	
9.3	CRP para Conducción	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Pase Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario “ $Q_{md}$ ” menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un “ $Q_{md}$ ” mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario “ $Q_{md}$ ” menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un “ $Q_{md}$ ” mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.5	Filtro Lento de Arena		Población final y dotación	
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario “ $Q_{md}$ ” menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un “ $Q_{md}$ ” mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
12	Línea de Impulsión			

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Cisterna de 5, 10 y 20 m <sup>3</sup>	$V_{cist} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 20)$	Población final y dotación	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m <sup>3</sup> , para un volumen mayor a 5 m <sup>3</sup> y hasta 10 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m <sup>3</sup> y así sucesivamente. Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
	Cerco Perimétrico Cisterna		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m <sup>3</sup>	$V_{res} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15) \text{ o } (>15 - 20) \text{ o } (>35 - 40)$	Población final y dotación	Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m <sup>3</sup>	$V_{res} (m^3) = (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15)$	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	Línea de Aducción			Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{md} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

**Tabla 6.** Criterios de estandarización de componente hidráulicos (Tabla N°03.04, según norma técnica).

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

“Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos”:

- ✓ Realizar el cálculo del caudal máximo diario ( $Q_{md}$ )
- ✓ Determinar el  $Q_{md}$  de diseño según el  $Q_{md}$  real

RANGO	$Q_{md}$ (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

**Tabla 7.** Determinación del  $Q_{md}$  para diseño (Tabla N°03.05, según norma técnica).

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

- ✓ En la Tabla N° 03.04., se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del  $Q_{md}$
- ✓ Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	$5 \text{ m}^3$
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3$
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	$15 \text{ m}^3$
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	$20 \text{ m}^3$
5 – Reservorio	$> 20 \text{ m}^3$ hasta $\leq 40 \text{ m}^3$	$40 \text{ m}^3$
1 – Cisterna	$\leq 5 \text{ m}^3$	$5 \text{ m}^3$
2 – Cisterna	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3$
3 – Cisterna	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	$20 \text{ m}^3$

**Tabla 8.** Determinación del volumen de almacenamiento (Tabla N°03.06, según norma técnica).

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

*“De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06”.*<sup>(18)</sup>

*Red de distribución:*

Existen dos tipos de redes:

a. Redes malladas

“Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada tubería que reúna dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se debe disponer a la salida de los dos nudos válvulas de corte”.

<sup>(18)</sup>

“El diámetro de la red o línea de alimentación debe ser aquél que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red”.

<sup>(18)</sup>

“Para la determinación de los caudales en redes malladas se debe aplicar el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los “i” nudos proyectados”.

<sup>(18)</sup>

el caudal en el nodo es:

$$Q_i = Q_p \times P_i$$

Donde

Q<sub>i</sub>: Caudal en el nudo “i” en l/s.

$Q_p$ : Caudal unitario poblacional en l/s.hab.

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Donde:

$Q_t$ : Caudal máximo horario en l/s.

$P_t$ : Población total del proyecto en hab.

$P_i$ : Población de área de influencia del nudo “i” en hab.

“Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, puede utilizarse el método de

Hardy Cross o cualquier otro equivalente”.<sup>(18)</sup>

El dimensionamiento de redes cerradas debe estar controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino es siempre la misma.

“Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo”.<sup>(18)</sup>

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

- De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01 l/s como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas.

“Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales. La presión de funcionamiento (OP) en cualquier punto de la red no debe descender por debajo del 75% de la presión de diseño (DP) en ese punto”.

(18)

Tanto en este caso como en las redes ramificadas, se debe adjuntar memoria de cálculo, donde se detallen los diversos escenarios calculados:

- Para caudal mínimo.
- Caudal máximo.
- Presión mínima.
- Presión máxima.

#### b. Redes ramificadas

“Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias”. (18)

“En redes ramificadas se debe determinar el caudal por ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad”. (18)

El caudal por ramal es:

$$Q_{\text{ramal}} = K * \sum Q_g$$

Donde:

$Q_{\text{ramal}}$ : Caudal de cada ramal en l/s.

K: Coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.

$$K = \frac{1}{\sqrt{(x - 1)}}$$

Donde:

x: número total de grifos en el área que abastece cada ramal.

Qg: Caudal por grifo (l/s) > 0,10 l/s.

Si se optara por una red de distribución para piletas públicas, el caudal se debe calcular con la siguiente expresión:

$$Q_{pp} = N * \frac{D_c}{24} * C_p * F_u \frac{1}{E_f}$$

Donde:

Qpp: Caudal máximo probable por pileta pública en l/h.

N: Población a servir por pileta. Un grifo debe abastecer a un número máximo de 25 personas).

Dc: Dotación promedio por habitante en l/hab.d.

Cp: Porcentaje de pérdidas por desperdicio, varía entre 1,10 y 1,40.

Ef: Eficiencia del sistema considerando la calidad de los materiales y accesorios. Varía entre 0,7 y 0,9.

Fu: Factor de uso, definido como  $F_u = 24/t$ . Depende de las costumbres locales, horas de trabajo, condiciones climatológicas, etc. Se evalúa en función al tiempo real de horas de servicio (t) y puede variar entre 2 a 12 horas.

En ningún caso, el caudal por pileta pública debe ser menor a 0,10 l/s.

“El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se debe realizar según las fórmulas del ítem 2.4 Línea de Conducción (Criterios de Diseño) del presente Capítulo, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se puede admitir que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
- La pérdida de carga en el ramal puede ser determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste debe ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales”.<sup>(18)</sup>

### 2.3. Marco conceptual:

**Agua Potable:** Se define como agua potable al agua apta para el consumo humano y libre de restricciones para preparar alimentos.

**Caudal:** Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente (Q).

**Concatenar:** Relacionar una idea o hechos con otros.

**M.C.A:** Metros de columna de agua

**P.V.C:** Policloruro de Vinilo

**Saneamiento:** Conjunto de obras, técnicas y dispositivos encaminados a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias de un edificio, una población, etc.

**Qp:** Caudal promedio diario anual en l/s

**Qmh:** Caudal máximo horario en l/s

**Dot:** Dotación en l/hab.d

**Pd:** Población de diseño en habitantes (hab)

### **III. Hipótesis**

No aplica por ser una tesis descriptiva.

## IV. Metodología

### 4.1. Diseño de investigación

Este proyecto de investigación ha buscado el “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población del centro poblado San Pablo, distrito de Tambo Grande, provincia y región de Piura – 2020.”, por ende, ha sido de tipo descriptivo. El nivel de esta investigación ha sido cuantitativo y cualitativo, debido a que se desarrollaron y presentaron cálculos de presión, caudal, diámetro de tubería, calidad del agua, calidad del servicio, etc.

La investigación no presentó intervención alguna, solo nos dedicamos a observar y anotar los datos adquiridos, dichos datos se tomaron una sola vez en campo siendo así de naturaleza transversal y su diseño ha sido no experimental. La muestra que presentamos es el sistema de saneamiento básico rural del C.P. San Pablo, por ende, nuestra investigación ha sido del tipo descriptiva y conforme al universo en el que se mide nuestra variable la investigación se tornó sincrónica.

La correlación de este diseño se grafica a continuación.



**Figura 3.** Secuencia de diseño de investigación.

**Fuente:** Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

### **Leyenda de Diseño**

- **Mi:** Sistema de abastecimiento de agua potable
- **Xi:** Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable.
- **Oi:** Resultados
- **Yi:** Incidencia en la condición sanitaria de la población.

### **4.2. Población y muestra**

- **Población:** Sistema de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales, del distrito de Tambo grande, provincia de Piura - Piura.
- **Muestra:** Sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado San Pablo; la cual elegimos de forma “no aleatoria”.

Tamaño de encuesta, número de viviendas: 44 viviendas, de las 122 con las que cuenta el C.P. San Pablo.

### 4.3. Definición y operacionalización de variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	VARIABLE INDEPENDIENTE	El sistema de agua potable está definido por un grupo de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable.	Se realizó la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable el cual abarco, la evaluación de todo el sistema de abastecimiento de agua potable y el mejoramiento de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable.	Captación	Tipo de captación Material de construcción Caudal de la fuente Antigüedad Accesorios
				Línea de conducción	Tipo de tubería Clase de tubería Diámetro de tubería Antigüedad Válvulas
				Bomba de eje vertical	Capacidad Caudal Tipo de tubería Clase de tubería Diámetro de tubería Caseta
				Reservorio	Tipo de reservorio Capacidad Tipo de tubería Clase de tubería Diámetro de tubería Cámaras

				Planta de tratamiento de agua	Caudal Capacidad de producción Antigüedad Material de construcción
				Reservorio apoyado	Tipo de reservorio Capacidad Antigüedad Cercos perimétricos Material de construcción
				Línea de aducción	Tipo de tubería Clase de tubería Antigüedad Diámetro Válvulas

				Red de distribución.	Tipo de tubería Clase de tubería Antigüedad Diámetro Válvulas
--	--	--	--	----------------------	---

CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN.	VARIABLE DEPENDIENTE	Estado en que, el servicio de agua potable y eliminación de excretas o residuos sólidos, se encuentra	Verificar la cantidad de familias beneficiadas por el sistema de saneamiento básico.	Cobertura	Viviendas conectadas al sistema de abastecimiento de agua potable
			Determinar el tiempo que el servicio se encuentra en funcionamiento.	Cantidad	Caudal de la fuente Conexión domiciliaria Presión de la red de distribución.
			Verificar la calidad del agua y los servicios de saneamiento de la población.	Continuidad	Días y horas de actividad del servicio de agua potable.
			Determinar el número de pobladores con enfermedades hídricas.	Calidad	Población con enfermedades hídricas. Supervisión del agua

#### **4.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

##### **4.4.1. Técnicas de recolección de datos**

- Observación experimental, nos permitió elaborar datos en condiciones relativamente controladas por el investigador. Esta técnica de investigación puede utilizar como instrumento la hoja o ficha de registro de datos.
- Fotografías de la zona en estudio y las viviendas existentes.

##### **4.4.2. Instrumentos de recolección de datos.**

**4.4.2.1.1. Fichas técnicas:** Se evaluó la captación, planta de tratamiento de agua potable, zonas en las que ha fallado la red de conducción, aducción y datos del reservorio apoyado.

**4.4.2.1.2. Encuesta personal:** Se aplico encuestas en la comunidad de estudio esto nos permitió tener contacto con las unidades de investigación, los cuestionarios cuentan con preguntas claves que nos ayudaron a evaluar el sistema de agua potable y la incidencia en la población.

**4.4.2.1.3. Entrevista focalizada:** Entrevistamos a los miembros de la JASS, teniente gobernador(a) y otras autoridades de la localidad esto nos permitió conocer

la realidad a través de interrelaciones entre el entrevistador y el entrevistado.

#### **4.5. Plan de Análisis**

Tras haber recopilado los datos se procedió a evaluar y graficar las dimensiones para así desarrollar los indicadores y plantear una mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del C.P. San Pablo.

Nos apoyamos en las bases teóricas y los criterios de diseño para poder cumplir con los objetivos planteados en la investigación y dar respuesta a los mismos.

Se analizaron y graficaron los resultados de los cuales obtuvimos nuestras conclusiones y presentamos recomendaciones para futuros proyectos.

#### 4.6. Matriz de consistencia

PROBLEMATICA	OBJETIVOS	VARIBALES	METODOLOGIA
<p>¿El evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable mejorará la condición sanitaria de la población?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar y mejorar el sistema de agua potable en la zona rural del C.P. San Pablo, distrito de Tambo grande, provincia de Piura – Piura.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> Evaluar el estado del sistema de agua potable del C.P. San Pablo.</p> <p>Mejorar la red de distribución del sistema de agua potable del C.P. San Pablo.</p>	<p><b>Independiente:</b> Sistema de abastecimiento de agua potable.</p> <p><b>Dependiente:</b> Condición sanitaria de la población.</p>	<p><b>Tipo de la investigación:</b> Conforme al problema planteado, los objetivos y la intervención que tendremos en el proyecto, nuestra investigación será de tipo Descriptivo y de naturaleza transversal.</p> <p><b>Nivel de la Investigación:</b> El nivel de esta investigación es cuantitativo y cualitativo, debido a que se desarrollaran y presentaran cálculos de presión, caudal, diámetro de tubería, calidad del agua, calidad del servicio, etc.</p> <p><b>Población:</b> Sistema de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales, del distrito de Tambo grande, provincia de Piura - Piura.</p> <p><b>Muestra:</b> Sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado San Pablo; la cual elegimos de forma “no aleatoria”. Tamaño de encuesta, número de viviendas: 44 viviendas, de las 122 con las que cuenta el C.P. San Pablo.</p>

#### 4.7.Principios éticos

Tambo grande y sus alrededores siempre se han dedicado a la agricultura y la ganadería; según el código de ética para la investigación “Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños”<sup>(20)</sup>. La presente investigación no atenta contra dicho principio y busca mejorar la condición sanitaria mejorando así la calidad de vida la comunidad. Como nos cita el código de ética para la investigación, “La persona en toda investigación es el fin y no el medio”<sup>(20)</sup>, este principio nos dice que debemos resguarda y respetar los derechos fundamentales de la comunidad a la cual investigamos, por ende esta investigación busca mejorar la calidad de vida de los moradores. Las buenas prácticas aplicadas en esta investigación serán aplicadas con severidad y responsabilidad, para así “No causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios”<sup>(20)</sup> como investigadores tenemos “responsabilidad científica y profesional ante la sociedad es nuestro deber considerar cuidadosamente las consecuencias que la realización y la difusión de su investigación implican para los participantes en ella y para la sociedad en general”.<sup>(20)</sup> Según el manual de procedimientos del comité institucional de ética en investigación, la ética es “Parte de la filosofía que se ocupa de los aspectos teóricos de la conducta moral del ser humano”.<sup>(21)</sup> Tomando en cuenta esto y citando las buenas prácticas de la investigación, en este investigación se “evitara incurrir en faltas deontológicas por las siguientes incorrecciones: a) Falsificar o inventar datos total o parcialmente. b) Plagiar lo publicado por otros autores de manera total o parcial”.<sup>(20)</sup>

## V. Resultados

### 5.1. Resultados

De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta aplicada (Encuesta sobre el abastecimiento de agua potable y saneamiento en el ámbito rural) al C.P. San Pablo, Distrito de Tambo grande, Provincia de Piura – Piura 2020, para un total de 44 viviendas de las 122 con las que cuenta el centro poblado, se obtuvieron los siguientes resultados.

Dicho número de viviendas se ha obtenido mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} = \frac{1.64^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 122}{0.1^2(122 - 1) + 1.64^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 44 \text{ Viviendas}$$

Donde:

n = número de muestra

Z = Nivel de confianza = 90%

p = probabilidad a favor = 50%

q = Probabilidad en contra = 50%

e = error de muestra = 10%

N = número de viviendas = 122

### **1<sup>er</sup> Objetivo específico: Evaluación del estado del sistema de agua potable**

Para la evaluación del sistema de agua potable tendremos en cuenta los elementos que componen el sistema y su estado al momento de la visita en campo. Se evalúa el estado del sistema de acuerdo a las siguientes dimensiones y los siguientes valores.

<b>RESPUESTAS</b>	<b>VALORACION</b>
BUENO	2.51 – 3.00 PUNTOS
REGULAR	2.01 – 2.50 PUNTOS
MALO	1.51 – 2.00 PUNTO
COLAPSADO	0 – 1.50 PUNTOS

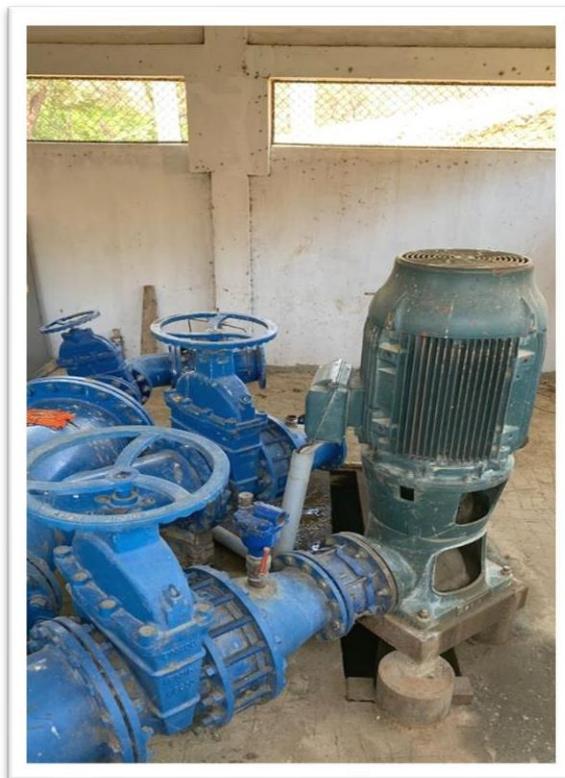
## CAPTACION



**Figura 4.** Canal de riego tablazo  
**Fuente:** Elaboración propia

<p><b>Tipo:</b> Superficial</p> <p><b>Material de construcción:</b> Concreto</p>	<p><b>Q:</b> 15 m<sup>3</sup>/s</p>	<p><b>Estado:</b> Regular.</p> <p>No cuenta con flujo constante de agua.</p>
<p><b>Descripción:</b> Agua proveniente del reservorio San Lorenzo a través del canal de riego tablazo del cual se extrae con una electro bomba centrifuga de eje vertical; dicha agua llega cada 12 o 15 días.</p>		

## ESTACIÓN DE BOMBEO



**Figura 5.** Electro bomba centrifuga de eje vertical  
**Fuente:** Elaboración propia

**Capacidad:** 125 h.p

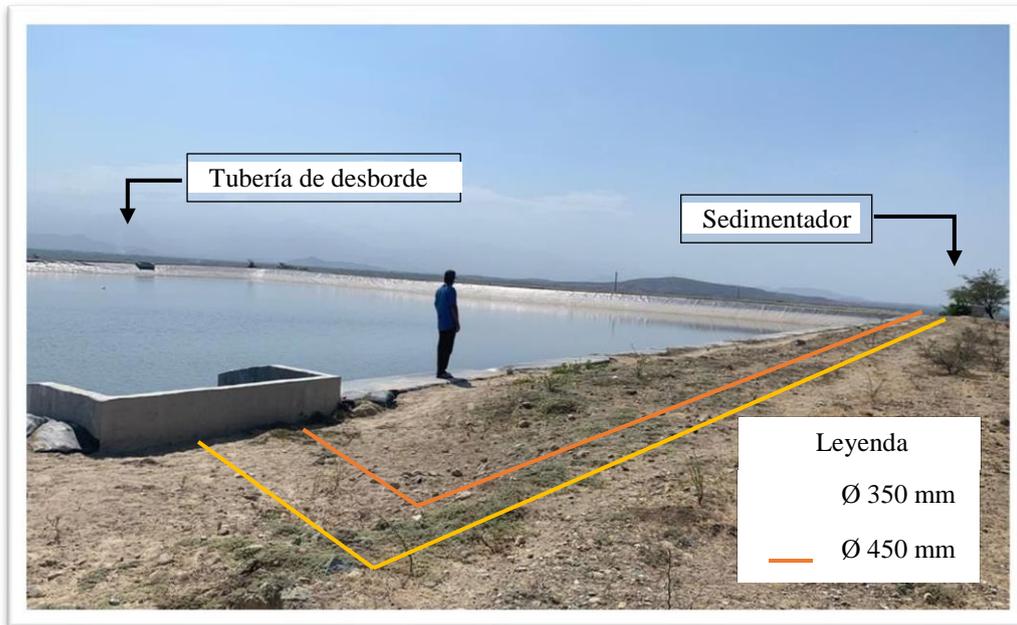
**Q:** 100 l/s

**Estado:** Bueno.

**Descripción:**

Electro bomba encargada de impulsar el agua del canal tablazo hacia un sedimentador, a través de una tubería de impulsión de 500 mm de diámetro y un espesor de 18.1 mm, clase 10, para posteriormente dirigirla al reservorio.

## RESERVORIO



**Figura 6.** Reservoirio “El Ereo”  
**Fuente:** Elaboración propia

<p><b>Capacidad:</b> 100,000 m<sup>3</sup></p>	<p><b>Coordenadas:</b>          572075.00 m E          9470509.00 m S          Altitud: 232 msnm</p>	<p><b>Estado:</b> Regular</p> <p>Debido a que su capacidad no es la adecuada para abastecer a toda la población.</p>
<p><b>Descripción:</b></p> <p>El reservorio se encuentra ubicado en el cerro el Ereo, con una antigüedad de 5 años, abastece a 12 caseríos y al pueblo de Tambo grande. Es abastecido a través de 2 tuberías clase 10 que van desde el sedimentador hasta el reservorio con un diámetro de 350 mm y 450 mm además de 1 tubería de desborde de 450mm que envía el exceso de agua a una quebrada.</p>		

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



**Figura 7.** Planta de tratamiento de agua potable “El Ereo”  
**Fuente:** Elaboración propia

<p><b>Producción estimada:</b> 100 l/s</p> <p><b>Producción al momento:</b> 40 l/s</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 572212.00 m E 9470442.00 m S 197 msnm</p>	<p><b>Estado:</b> Regular.</p> <p>Presenta fallas en su diseño y la mitad de la planta no procesa agua</p>
<p><b>Descripción:</b></p> <p>La PTAP del Ereo tiene una antigüedad de 4 años de vida útil, en su construcción se estimó que la PTAP produciría 100 l/s sin embargo al momento produce tan solo 40 l/s esto por las fallas que presenta en su diseño.</p>		

## LÍNEA DE CONDUCCIÓN



**Figura 8.** Tubería de conducción  
**Fuente:** Elaboración propia

<p><b>Longitud:</b> 16 km hasta Tambo grande  <b>Pendiente:</b> 4‰</p>	<p><b>Diámetro:</b> 500 mm  <b>Espesor:</b> 12.3mm  <b>Clase:</b> PN - 10</p>	<p><b>Estado:</b> Regular.                  Se encuentra funcionando, pero ha presentado colapsos en las pruebas sin estar la PTAP en su máxima capacidad</p>
<p><b>Descripción:</b> La tubería de conducción llega a 3 reservorios apoyados en lo largo de su recorrido, el primero está ubicado en la misma PTAP por encima del reservorio y es el único que recibe su agua a través de una línea de impulsión y una bomba, los otros 2 están ubicados en C.P. 3 y San Pablo y reciben su agua por gravedad, siendo este último parte de nuestra investigación.</p>		

## LÍNEA DE IMPULSIÓN



**Figura 9.** Tubería de Impulsión  
**Fuente:** Elaboración propia

**Longitud:** 500 m.  
**Pendiente:** 2%

**Diámetro:**  
152 mm  
**Espesor:** 12.3mm  
**Clase:** PN - 10

**Estado:** Bueno.

**Descripción:** La tubería de impulsión abastece al reservorio apoyado en el C.P. San Pablo por gravedad comienza con un tubo de 247 mm y llega con un tubo de 152 mm al reservorio apoyado.

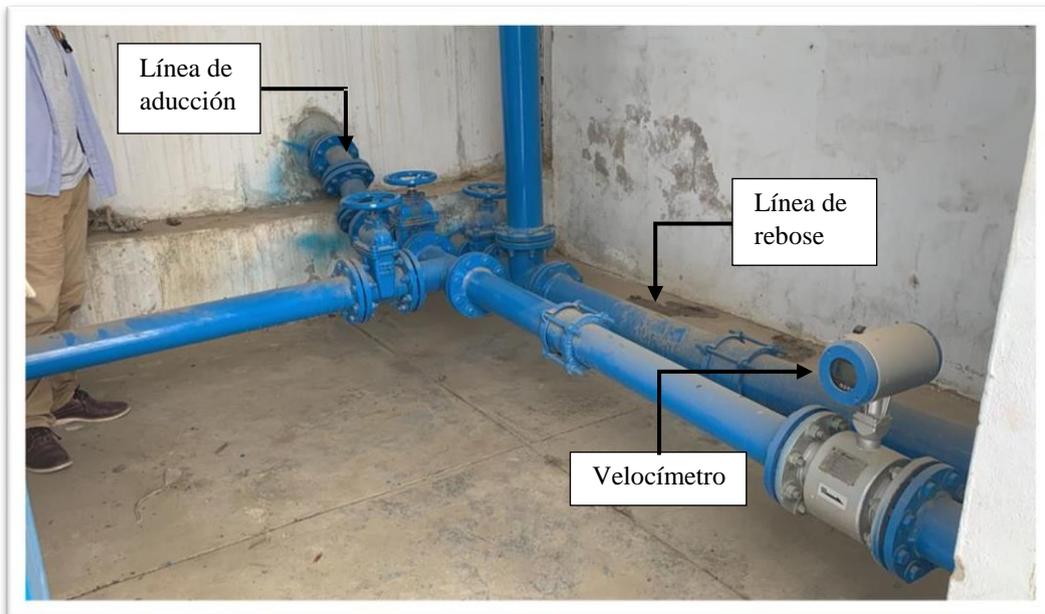
## RESERVORIO APOYADO



**Figura 10.** Reservorio apoyado de Centro Poblado San Pablo.  
**Fuente:** Elaboración propia

<p><b>Capacidad:</b> 150 m<sup>3</sup>  <b>Dotación:</b> 2 turnos de 8hrs durante la semana</p>	<p><b>Coordenadas:</b>            9462043.00 S            574587.00 E            138 m.s.n.m.</p>	<p><b>Estado:</b> Bueno.             Se encuentra en buen estado, pero carece de energía eléctrica.</p>
<p><b>Descripción:</b> Es la medida con la que cuenta la comunidad (centro poblado) para almacenar y distribuir el agua que llega desde la PTAP “El Ereo”, usualmente en las zonas rurales está ubicado en una parte elevada para así por gravedad abastecer a los moradores.</p>		

## LINEA DE ADUCCIÓN



**Figura 11.** Tubería de aducción.  
**Fuente:** Elaboración propia

**Longitud:** 2 km

**Diámetro:**

152 mm

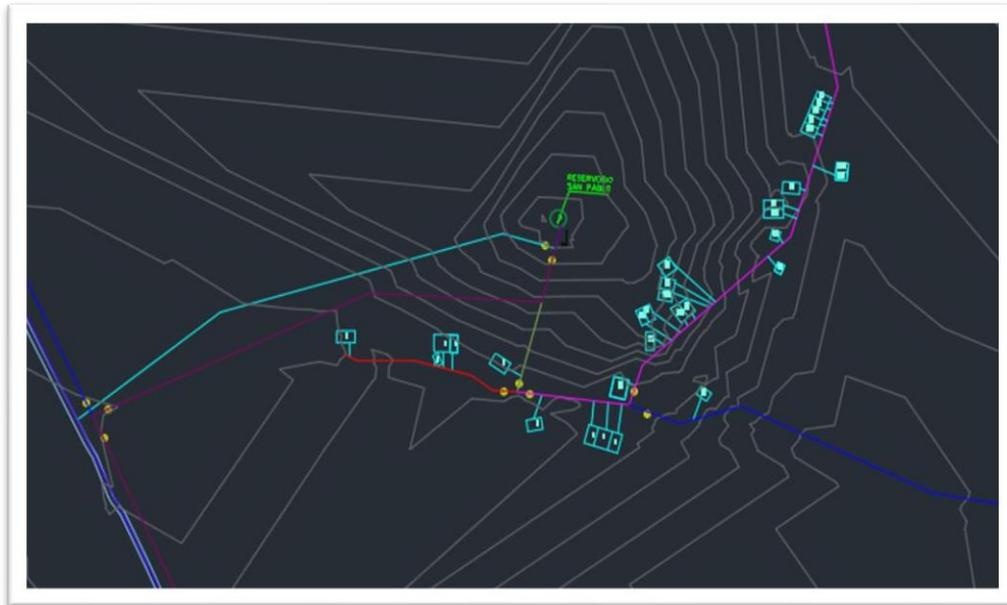
**Clase:** PN-10

**Estado:** Regular.

La tubería muestra varios cambios en sus diámetros y el velocímetro que presenta no se encuentra operativo.

**Descripción:** La línea de aducción para San Pablo empieza con un diámetro de 152 mm al salir del reservorio apoyado, pero cambia a 80.1 mm posteriormente, la misma que luego se ramifica para dar pase a la red de distribución abierta.

## RED DE DISTRIBUCIÓN



**Figura 12.** Red de distribución.

**Fuente:** Elaboración propia

<b>Tipo:</b> Abierta	<b>Diámetro:</b> variable <b>Clase:</b> PN-10	<b>Estado:</b> Regular. Presenta deficiencias en sus presiones y velocidades de diseño.
<b>Descripción:</b> La red de distribución llega a las 44 familias del Centro Poblado San Pablo, la cual presenta diferentes diámetros en su estructura, dichos diámetros van desde 103.2 mm hasta 17.4 mm.		

A continuación, mostramos la “**Tabla 9**” presentando la evaluación de la infraestructura del sistema de agua potable.

**Tabla 9.**Infraestructura del sistema de agua potable del C.P. San Pablo.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

Para resumir el 1er objetivo específico se adjunta la “**Tabla 10**”

Sistema	Dimensiones	Componentes	Descripción	Estado	V.numerico	Resultado	
Sistema de agua potable	m a n t  e n S i e m r i v e  i n c t i o s  O C p e l r i a d c a i d ó n y G e s t i o n	Captación	Presencia inconsistente de agua con periodos de 12 a 15 días	regular	2.00	2.40	R
		Estación de bombeos	Se mantiene en buen estado y operativa	bueno	3.00		
		Reservorio	Se encuentra en buen estado pero su capacidad no abatece a toda la poblacion. Presenta fallas en su diseño y la mitad de la planta no procesa agua	regular	2.00		
		Planta de Tratamiento	Se encuentra funcionando pero ha presentado colapsos en las pruebas sin estar la PTAP en su maxima capacidad	regular	2.00		
		Línea de conducción	Se encuentra operativa y funcionando	bueno	3.00		
		Línea de impulsión	Se encuentra en buen estado pero carece de energia eléctrica.	bueno	3.00		
		Reservorio apoyado	La tubería muestra varios cambios en sus diámetros y el velocímetro que presenta no se encuentra operativo. Presenta deficiencias en sus presiones y velocidades de diseño.	regular	2.00		
		Línea de aducción	Se encuentran en buen estado y operativo	bueno	3.00		
		Red de distribución	Agrietamientos en las losas del canal tablazo y rupturas en tramos anteriores a la estación	regular	2.00		
	I n f r a e s t r u c t u r a	Captación	Caseta en mal estado	regular	2.00	2.30	R
		Estación de bombeos	Presenta buena infraestructura	bueno	3.00		
		Reservorio	Mitad de la planta inoperativa	regular	2.00		
		Planta de Tratamiento	Tramos de la tubería saneados	regular	2.00		
		Línea de conducción	Presenta buena infraestructura	bueno	2.00		
		Línea de impulsión	Presenta buena infraestructura	bueno	3.00		
		Reservorio apoyado	Accesorios inoperativos	regular	2.00		
		Línea de aducción	Presenta irregularidades en sus diámetros	regular	2.00		
		Red de distribución	Presenta buena infraestructura	bueno	3.00		
	Conexiones Domiciliarias						
<b>ΣDIMENSIONES/# DE DIMENSIONES</b>					<b>2.35</b>	<b>R</b>	

**Tabla 10.** Resumen de la evaluación del sistema de agua potable del C.P. San Pablo.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

**2do Objetivo específico: Mejoramiento de la red de distribución del sistema de agua potable del C.P. San Pablo.**

Para el desarrollo de este objetivo se simuló la tubería existente con el programa WaterCAD obteniendo los siguientes resultados:

Element	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient	Length
P-21	P-21	63.00	R-1	N-1	6	PVC	150	6.71	0.37		
P-1	P-1	71.00	N-1	N-2	4	PVC	150	5.37	0.66		
P-2	P-2	92.00	N-2	N-3	3	PVC	150	4.18			
P-3	P-3	144.00	N-2	N-4	1/2	PVC	150	0.04			
P-4	P-4	667.00	N-3	N-5	3	PVC	150				
P-5	P-5	576.00	N-3	N-6	2	PVC	150				
P-6	P-6	217.00	N-6	N-7	2	PVC					
P-7	P-7	419.00	N-7	N-8	1 1/4	PVC					
P-8	P-8	17.00	N-8	N-9	1 1/4						
P-9	P-9	259.00	N-9	N-10	1/2						
P-10	P-10	298.00	N-9	N-11							
P-11	P-11	1006.00	N-8	N-							
P-12	P-12	87.00	N-12								
P-13	P-13	458.00									
P-14	P-14	405.00									
P-15	P-15										
P-16	P-										
P-17	P-										

**Tabla 11.** Evaluación de velocidades en red de distribución existente del C.P. San Pablo.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Element	ID	Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m.c.a)
N-1	31	N-1	113.40	1.20	121.94	9
N-2	32	N-2	104.30	1.15	121.64	17
N-3	34	N-3	104.00	1.10	120.64	17
N-4	36	N-4	104.00	0.04	119.87	16
N-5	38	N-5	91.50	0.21	120.61	29
N-6	40	N-6	98.00	0.84	97.98	0
N-7	42	N-7	96.30	0.73	93.66	-3
N-8	44	N-8	82.00	0.03	59.10	-23
N-9	46	N-9	82.00	0.13	58.52	-23
N-10	48	N-10	80.00	0.57	-380.95	-460
N-11	50	N-11	78.00	0.08	45.31	-33
N-12	52	N-12	96.00	0.01	47.41	-48
N-13	54	N-13	94.00	0.07	44.40	-49
N-14	56	N-14	89.50	0.35	-268.68	-357
N-15	58	N-15	87.00	0.01	93.61	7
N-16	60	N-16	91.80	0.04	94.99	3
N-17	62	N-17	104.00	0.05	121.94	18
N-18	64	N-18	103.00	0.05	121.94	19
N-19	66	N-19	101.00	0.05	121.86	21

**Tabla 12.** Evaluación de presiones en red de distribución existente del C.P. San Pablo.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Así mismo se modelo la mejora para así dar respuesta al 2do objetivo de nuestra investigación obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 13.** Mejoramiento de velocidades en red de distribución existente del C.P. San Pablo.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

Element	ID	Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m.c.a)
N-1	31	N-1	113.40	1.20	121.94	9
N-2	32	N-2	104.30	1.15	120.72	16
N-3	34	N-3	104.00	1.10	119.72	16
N-4	36	N-4	104.00	0.04	120.47	16
N-5	38	N-5	91.50	0.21	113.63	22
N-6	40	N-6	98.00	0.84	116.58	19
N-7	42	N-7	96.30	0.73	112.26	16
N-8	44	N-8	82.00	0.03	108.76	27
N-9	46	N-9	82.00	0.13	108.52	26
N-10	48	N-10	80.00	0.57	93.50	13
N-11	50	N-11	78.00	0.08	106.68	29
N-12	52	N-12	96.00	0.01	103.95	8
N-13	54	N-13	94.00	0.07	100.94	7
N-14	56	N-14	89.50	0.35	100.30	11
N-15	58	N-15	87.00	0.01	112.21	25
N-16	60	N-16	91.80	0.04	116.16	24
N-17	62	N-17	104.00	0.05	114.39	10
N-18	64	N-18	103.00	0.05	110.44	7
N-19	66	N-19	101.00	0.05	109.38	8

**Tabla 14.** Mejoramiento de presiones en red de distribución existente del C.P. San Pablo.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

## 5.2. Análisis de resultados

### a) Análisis de la evaluación del sistema de agua potable

Según la evaluación realizada al sistema de agua potable del C.P. San Pablo el proyecto opera de manera ineficiente, a pesar de tener poco tiempo de vida útil, sus componentes como son: el reservorio, la PTAP y la red de distribución trabajan de manera regular por el mal diseño que presentan.

Además se ha podido observar que las diferentes líneas (línea de impulsión y línea de aducción) cuentan con velocímetros que no funcionan por la falta de energía eléctrica en el reservorio apoyado lo que no permite que se lleve un adecuado control de las presiones y velocidades del sistema para un mejor manejo y mantenimiento, así como también la línea de conducción no cuenta con manómetros de presión, esto conlleva a que la población no cuente con un buen servicio de agua potable lo que transgrede con lo dicho en los derechos humanos, *“En julio 28 del 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.”*(22) y la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento donde: *“Se declaró a los servicios de saneamiento de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente.”*(23)

**b) Análisis del mejoramiento de la red de distribución del sistema de agua potable del C.P. San Pablo.**

Tras realizar la simulación para evaluar mejor la red distribución nos encontramos con presiones negativas, diámetros de tubería fuera de lo normado y velocidades bajas en la conducción del agua potable para los moradores incumpliendo con lo estipulado en la *“Norma Técnica De Diseño: Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Saneamiento En El Ambito Rural. 2018”* la cual nos dice lo siguiente:

- *“Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (¾”) para ramales”.*<sup>(17)</sup>
- *“La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a.”*<sup>(17)</sup>

De esta manera se mejoró la red de distribución, teniendo en cuenta dichos parámetros obteniendo un sistema eficiente con presiones mayores a 7 m.c.a.

## **VI. Conclusiones**

- a) Se concluye que al evaluar el sistema de agua potable en la zona rural del C.P. San Pablo no cumple con el abastecimiento de agua para todos los moradores de la comunidad a pesar de que tener 5 años de vida útil, esto debido al mal diseño hidráulico que presenta, no solo en la red de distribución si no en todo el sistema de abastecimiento de agua potable.
- b) Tras la simulación de la red de distribución existente, nos dimos cuenta que la red de distribución no cumple con los parámetros necesarios para mantener una buena presión del agua lo cual nos llevó a mejorar la red de distribución del sistema de agua potable del centro poblado cambiando el diseño hidráulico para una óptima presión del agua en los domicilios.

## **Recomendaciones**

- Mejorar la PTAP “El Ereo” para que pueda trabajar a su máxima capacidad sin problema alguno
- Evaluar y Proponer un proyecto que conecte la represa de San Lorenzo con la PTAP El Ereo para que esta tenga flujo constante de agua y no cada 15 días como se evaluó en el presenta trabajo, a través del canal tablazo.
- Implementar válvulas de purga en las tuberías donde las velocidades son menores a 0.30 m/s para su respectivo mantenimiento.

## Referencias Bibliográficas

1. Acosta RA, Universidad A, De Paula F, Ocaña S, De Ingenierias F. ESTUDIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO DEL SALOBRE MUNICIPIO DE RIO DE ORO. 2014.
2. Pablo J, Monsalve B, Paola G, Reyes G. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE REDES Y EVALUACIÓN TÉCNICOECONOMICA DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE ANAPOIMA.
3. Valencia Pérez RA, Niño Fonseca CC. DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE SOLUCIONES INDIVIDUALES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL ÁREA RURAL DISPERSA BOCAS DEL ELE VEREDA CAÑAS BRAVAS MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA [Internet]. 2018 [cited 2020 Oct 15]. Available from: [https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1227/1/RUNILLANOS\\_GPR\\_0105\\_DIAGNOSTICO\\_Y\\_DISEÑO\\_DE\\_SOLUCIONES\\_INDIVIUALES\\_DE\\_AGUA\\_POTABLE\\_Y\\_SANEAMIENTO\\_BASICO\\_EN\\_EL\\_AREA\\_RURAL\\_DISPERSA\\_BOCAS\\_DEL\\_ELE\\_VEREDAS\\_CAÑAS\\_BRAVAS\\_DE\\_ARAUQUITA\\_DEPARTAMENTO\\_DE\\_AR](https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1227/1/RUNILLANOS_GPR_0105_DIAGNOSTICO_Y_DISEÑO_DE_SOLUCIONES_INDIVIUALES_DE_AGUA_POTABLE_Y_SANEAMIENTO_BASICO_EN_EL_AREA_RURAL_DISPERSA_BOCAS_DEL_ELE_VEREDAS_CAÑAS_BRAVAS_DE_ARAUQUITA_DEPARTAMENTO_DE_AR)
4. Cacnahuaray Arotoma M. EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BASICO EN LAS COMUNIDADES DE NAZARETH DE UCHU Y TINCA, DISTRITO DE HUAMANQUIQUIA, PROVINCIA DE VICTOR FAJARDO, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION.
5. Martínez Inga TA. Evaluación y diseño de la línea de conducción para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad [Internet]. 2016 [cited 2022 Sep 5]. Available from: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/12770/Martinez\\_Inga\\_Tito\\_Antony\\_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/12770/Martinez_Inga_Tito_Antony_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
6. Cordero Palomino E. EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BASICO EN LAS LOCALIDADES DE SAN MARTIN Y SAN ANTONIO, DISTRITO DE ANCO, PROVINCIA DE LA MAR, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION.
7. cordova carhuapoma jully estefani. DISEÑO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CARRIZO DE LA ZONA DE MALINGAS DEL DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-MAYO 2019.
8. Gavidia Vazquez JS. “DISEÑO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE TEJEDORES Y LOS CASERÍOS DE SANTA ROSA DE YARANCHE, LAS PALMERAS DE YARANCHE Y BELLO HORIZONTE - ZONA DE TEJEDORES DEL DISTRITO DE TAMBOGRANDE - PIURA – PIURA; MARZO 2019.”
9. Tarrillo Delgado C. Rehabilitación, ampliación y unificación de las plantas de

- tratamiento de aguas residuales del sector noroeste de Piura [Internet]. [cited 2019 Oct 8]. Available from:  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_de92d845e46a5637b6057124a1491b27](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_de92d845e46a5637b6057124a1491b27)
10. Significado de Evaluación (Qué es, Concepto y Definición) - Significados [Internet]. [cited 2022 Aug 14]. Available from:  
<https://www.significados.com/evaluacion/>
  11. Oxford Languages and Google - Spanish | Oxford Languages [Internet]. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>
  12. agua | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE [Internet]. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://dle.rae.es/agua>
  13. ¿Qué es el Agua Potable? Definición y Características | SAGUAPAC [Internet]. [cited 2022 Aug 14]. Available from:  
<https://www.saguapac.com.bo/como-se-define-el-agua-potable/>
  14. Red de abastecimiento de agua potable - Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. [cited 2020 Apr 22]. Available from:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_abastecimiento_de_agua_potable)
  15. Castro R, Guatemala RP. Saneamiento rural y salud Guía para acciones a nivel local SANEAMIENTO RURAL Y SALUD GUÍA PARA ACCIONES A NIVEL LOCAL Contenido. 2009.
  16. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (DS N° 011-2006-VIVIENDA).
  17. NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL.
  18. NORMA TECNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL AMBITO RURAL. 2018;
  19. Agüero Pittman R. Agua Potable Para Poblaciones Rurales [Internet]. [cited 2021 Nov 25]. Available from:  
<https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
  20. CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN VERSIÓN 002 CHIMBOTE-PERÚ [Internet]. [cited 2020 Feb 8]. Available from:  
[www.uladech.edu.pe](http://www.uladech.edu.pe)
  21. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN.
  22. Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015. Áreas temáticas: Derecho humano al agua y al saneamiento.
  23. Ley N° 26338 [Internet]. [cited 2020 Apr 26]. Available from:  
[http://www.sunass.gob.pe/doc/LGSS/ley\\_26338.pdf](http://www.sunass.gob.pe/doc/LGSS/ley_26338.pdf)

---

# **Anexos**

---

**Anexo 1.** Instrumento de recolección de datos.

1. ¿El centro poblado cuenta con vías de comunicación?  
Si ( )      No ( )
2. ¿El centro poblado cuenta con posta de salud?  
Si ( )      No ( )
3. ¿El centro poblado cuenta con escuela y/o colegio?  
Si ( )      No ( )
4. ¿El centro poblado cuenta con municipio?  
Si ( )      No ( )
5. ¿En este centro poblado cuentas viviendas en total existen?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Cuántas viviendas habitadas existen?  
\_\_\_\_\_
7. ¿Cuál es la población total del centro poblado?  
\_\_\_\_\_
8. ¿Qué grado de instrucción tiene el entrevistado?  
\_\_\_\_\_
9. ¿A qué se dedica?  
\_\_\_\_\_
10. ¿Cuál de los siguientes servicios tienen en el centro poblado?

Energía Eléctrica.	Si ( )	No ( )
Internet.	Si ( )	No ( )
Servicios de telefonía celular.	Si ( )	No ( )
Agua potable.	Si ( )	No ( )
Desagüe	Si ( )	No ( )

11. ¿El servicio de agua está funcionando?  
Si ( ) No ( )
12. ¿Cuántas viviendas cuentan con conexión de agua?  
\_\_\_\_\_
13. ¿Cómo abastece el agua el centro poblado?  
a. Manantial ( )  
b. Rio, acequia, quebrada ( )  
c. Pozo ( )  
d. Camión cisterna ( )  
e. Otros \_\_\_\_\_
14. El sistema de agua potable cuenta con y valoraremos en qué estado se encuentran
- Captación Si ( ) No ( )
  - Línea de conducción Si ( ) No ( )
  - Planta de tratamiento Si ( ) No ( )
  - Reservorio Si ( ) No ( )
  - Línea de aducción Si ( ) No ( )
  - CRP – T6 Si ( ) No ( )
  - CRP – T7 Si ( ) No ( )
  - Línea de distribución Si ( ) No ( )
  - Purgas Si ( ) No ( )
15. ¿En qué condición de servicio se encuentra el sistema de agua potable?  
Buena ( ) Regular ( ) Malo ( )
16. ¿En qué año se ejecutó el sistema de agua potable?  
\_\_\_\_\_
17. ¿Paga o no por el servicio de agua potable?  
Si ( ) \_\_\_\_\_  
No ( ) \_\_\_\_\_
18. ¿Quién se encarga de la operación y mantenimiento del servicio de agua potable?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
19. ¿Cada cuánto tiempo se realiza el sistema de mantenimiento y limpieza del reservorio y otros componentes del sistema de agua potable?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
20. ¿Cómo considera que es la calidad del agua? ¿Por qué?  
Buena ( ) Regular ( ) Malo ( )  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
21. ¿El servicio de agua potable es continuo las 24 horas del día todo el año?  
Si ( ) No ( )  
\_\_\_\_\_
22. ¿Realiza la limpieza y desinfección del sistema de agua potable con cloro?  
Si ( ) No ( )

---

23. ¿Cuál es el sistema de clorar que utilizan?

---

24. ¿Por qué no clora?

---

25. ¿El puesto de salud hace control continuo de la calidad de agua? ¿Cada cuánto tiempo?

Si ( ) \_\_\_\_\_

No ( ) \_\_\_\_\_

26. ¿Dónde realiza la disposición de excretas? ¿Qué tipo de sistema desearía tener y porque?

	Cuenta	Desea Tener
• Sistema de alcantarillado con PTAR	( )	( )
• Sistema de alcantarillado sin PTAR	( )	( )
• UBS Tanque séptico	( )	( )
• UBS Tanque séptico mejorado	( )	( )
• UBS pozo seco ventilado	( )	( )

27. ¿Dónde desecha las aguas residuales?

---

28. ¿Cree usted que las aguas servidas provocan contaminación y enfermedades? ¿Por qué?

Si ( ) \_\_\_\_\_

No ( ) \_\_\_\_\_

29. ¿El servicio de desagüe que utiliza está funcionando bien?

Si ( ) \_\_\_\_\_

No ( ) \_\_\_\_\_

30. ¿Necesita Ud. que exista un sistema de desagüe? ¿Por qué?

Si ( ) \_\_\_\_\_

No ( ) \_\_\_\_\_

31. ¿Quién cree que debería desarrollar y ejecutar el sistema de desagüe?

---

32. ¿Existe algún organismo de gestión para el sistema de desagüe? ¿Quien?

---

**Anexo 2.** Consentimiento informado.



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERIA CIVIL

Carta s/nº - 2021-ULADECH CATÓLICA

Sr(a). Pascuala Ramos Ramos

Presidenta del CODELO del C.P. “San Pablo - Hualtaco II”

Presente.-

De mi consideración:

Es un placer dirigirme a usted para expresar mi cordial saludo e informarle que soy estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El motivo de la presente tiene por finalidad presentarme, **Anibal Kathriel Robles Vega**, con código de matrícula N° **0801141008**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, ciclo IX, quién solicita autorización para ejecutar de manera remota o virtual, el proyecto de investigación titulado **“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO SAN PABLO, DISTRITO DE TAMBO GRANDE, PROVINCIA Y REGIÓN DE PIURA – 2020.”**, durante los meses de marzo, abril, mayo y junio del presente año.

Por este motivo, mucho agradeceré me brinde el acceso y las facilidades a fin de ejecutar satisfactoriamente mi investigación la misma que redundará en beneficio de su Institución. En esperade su amable atención, quedo de usted.

Atentamente,

Robles Vega

Anibal Kathriel

DNI: 77210190

**Anexo 3. Cálculos Hidráulicos**

<b>SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD DE CONEXIONES</b>	<b>TIPO DE CC.DD.</b>	<b>POBLACION</b>	<b>TOTAL</b>
<b>VIVIENDAS DOMESTICAS</b>				<b>466</b>
VIVIENDA DOMESTICA NO CONCENTRADA	<b>119</b>	UBS TIPO 1	<b>466</b>	
VIVIENDA DOMESTICA CONCENTRADA_SA1		REDES 1		
<b>INSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>				
PRONEIE	<b>1</b>	REDES 1		
		REDES 1		
		REDES 1		
		REDES 1		
<b>INSTITUCIONES SOCIALES</b>				
COMEDOR	<b>1</b>	REDES 1		
TEMPLO	<b>1</b>	REDES 1		
<b>TOTAL DE VIVIENDAS</b>	<b>119</b>			
<b>TOTAL DE INSTITUCIONES SOCIALES</b>	<b>2</b>			
<b>TOTAL DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>	<b>1</b>			
<b>TOTAL DE CC.DD. DE AGUA POTABLE</b>	<b>122</b>			
<b>TOTAL DE UBS</b>	<b>122</b>			

Densidad Pob 3.915966387

## VERIFICADOR DE SISTEMAS ABIERTOS DE AGUA POTABLE

1. **NOMBRE DEL PROYECTO** : Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población del centro poblado San Pablo, distrito de Tambo Grande, provincia y región de Piura - 2020.
2. **CODIGO** : 1
3. **CAPTACION** : SUPERFICIAL DE CANAL
4. **DISTRITO** : TAMBO GRANDE
5. **PROVINCIA** : PIURA
6. **LOCALIDAD** : C.P. SAN PABLO

## CALCULO HIDRAULICO DE AGUA POTABLE

### A. PERIODO DE DISEÑO

Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captacion	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano	20 años
Reservorio	20 años
Tuberías de conducción, impulsión y distribución	20 años
Estación de	20 años

bombeo	
Equipos de bombeo	10 años
Unidad básica de saneamiento (UBS-AH; -C; CC)	10 años
Unidad básica de saneamiento (UBS-HSV)	05 años
Se asumirá un periodo (Pd) para ambos sistemas de:	<b>20 años</b>

### B. NUMERO DE VIVIENDAS

Número de viviendas actuales que se proyectan con UBS_SU	<b>119 viv.</b>
Número de viviendas actuales que se proyectan con Redes de Alcantarillado_SA1	<b>0 viv.</b>

### C. DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional para la localidad es Dp:	<b>3.92 hab/viv.</b>
--	----------------------

### D. POBLACION ACTUAL (Pa)

La población actual del ámbito del proyecto, se ha definido por número de viviendas y la densidad en hab/vivienda



$$Pa = N^{\circ}viv.* Dp$$



$$Pa = 0 \text{ hab}$$

Redes de Alcantarillado\_SA1

### E. COEFICIENTE DE CRECIMIENTO ( r )

El coeficiente de crecimiento se ha calculado por el método geométrico, tomando Datos del INEI - Censo 1993 y 2007

$$r = \left( \frac{N_t}{N_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$



DISTRITO TAMBOGRANDE		
Po =	96,451 hab	2007
Pf =	107,495 hab	2017

$$r = 1.09\%$$

Distrito de Tambo grande. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017 y 2007)

$$r = 1.09\%$$

Por se negativo, se toma 0%, según RM. 192 - 2018 - VIVIENDA

### F. POBLACIÓN FUTURA (Pf)

El calculo de la poblacion futura se ha hecho por el método aritmético, con la siguiente fórmula

$$Pf = Pa * (1 + r * Pd)$$



$$Pf =$$

$$568 \text{ hab}$$

UBS C/AH

## 6. DOTACIÓN (d)

Según RM. 192 - 2018 - VIVIENDA (Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural)

Tabla 1. Dotación de agua según opciones de saneamiento

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAÚLICO	CON ARRASTRE HIDRAÚLICO	
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d	
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d	
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d	

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso.  
En caso de omitir cualquier de estos elementos , se deberá justificar la dotación a utilizar.

En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será:

Piletas públicas 30 l/h/d

Para instituciones educativas se empleará una dotación de:

Educación Primaria: 20 l/alum\*d

Educación Secundaria: 25 l/alum\*d

Se utilizará sistema de UBS con arrastre Hidráulico

Dotación: 90 l/h/d

## H. CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qp)

$$Qp = \left( \frac{P_f * d}{86,400 \text{ s/día}} \right)$$

Qp = Consumo promedio diario (l/s)

Pf = Población futura (hab)

d = Dotación (l/hab/día)

$$Qp \text{ (UBS)} = 0.592 \text{ l/s}$$

$$Qp \text{ (UBs)} = 0.592 \text{ l/s}$$

## I. CONSUMO ESTUDIANTIL Y CENTROS DE REUNION (D)

Se calculará teniendo en cuenta el siguiente cuadro Según RM 192 - 2018 - VIVIENDA y el RNE :

DOTACION DE AGUA INSTITUCIONES ESTATALES		
Instituciones Educativas	Dotación l/alumno/día	
Educ. Inicial y Primaria	20	RM 192 - 2018 - VIVIENDA
Educ. Secundaria	25	RM 192 - 2018 - VIVIENDA
Instituciones Sociales	1	RNE

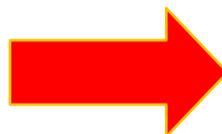
Fuente: Anexo K1 (PNSR)

La cantidad de alumnos por institución se obtendrá según datos del ESCALE - MINEDU

N°	Código modular	Nombre	Nivel/ Modalidad	Gestión/ Dependencia	Dirección	Dep./ Provincia/ Distrito	Asistentes (2021)	Alumnos (2021)	Profesores (2021)	Total (2021)	Proy. (20 años)	OBS.
1			PRONEI	Pública - Sector Educación	C.P. SAN PABLO	Piura / Tambo Grande	1	16	1	18	22	
2				COMEDOR POPULAR	C.P. SAN PABLO	Piura / Tambo Grande	10			10	12	
3				TEMPLO DE ORACIÓN	C.P. SAN PABLO	Piura / Tambo Grande	30			30	37	
<b>TOTAL</b>							<b>41</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>58</b>	<b>71</b>	

Fórmula para calcular el consumo estudiantil

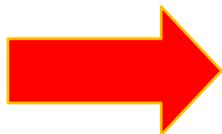
$$D = \frac{N^{\circ} * Dot}{86400}$$



- D 1 = 0.005 l/s Consumo estudiantil nivel inicial
- D 2 = 0.000 l/s Consumo estudiantil nivel primaria
- D 3 = 0.000 l/s Consumo estudiantil nivel secundaria
- D 4 = 0.001 l/s Consumo de Instituciones Sociales\_SA1

### J. CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL TOTAL (Qpt)

$$Q_{pt} = Q_p + Q(1 + 2 + 3 + 4)$$



$$Q_{pt} = 0.598 \text{ l/s}$$

### K. CAUDAL PROMEDIO (Qp) (Qproducción lt/s)

Según RM 173-2016-VIVIENDA no existen perdidas físicas.

$$Q_p \text{ (l/s)} = \frac{\text{dotación (l/hab * dia)} * \text{población diseño (hab)}}{86400}$$



$$Q_p = 0.598 \text{ l/s}$$

### L. CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd)

Según RM 173-2016-VIVIENDA no existen perdidas físicas.

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 * Q_p(l/s)$$



Qmd=

0.777 l/s

### M. CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Qmh)

Según RM 173-2016-VIVIENDA no existen perdidas físicas.

$$Q_{mh}(l/s) = 2.0 * Q_p(l/s)$$



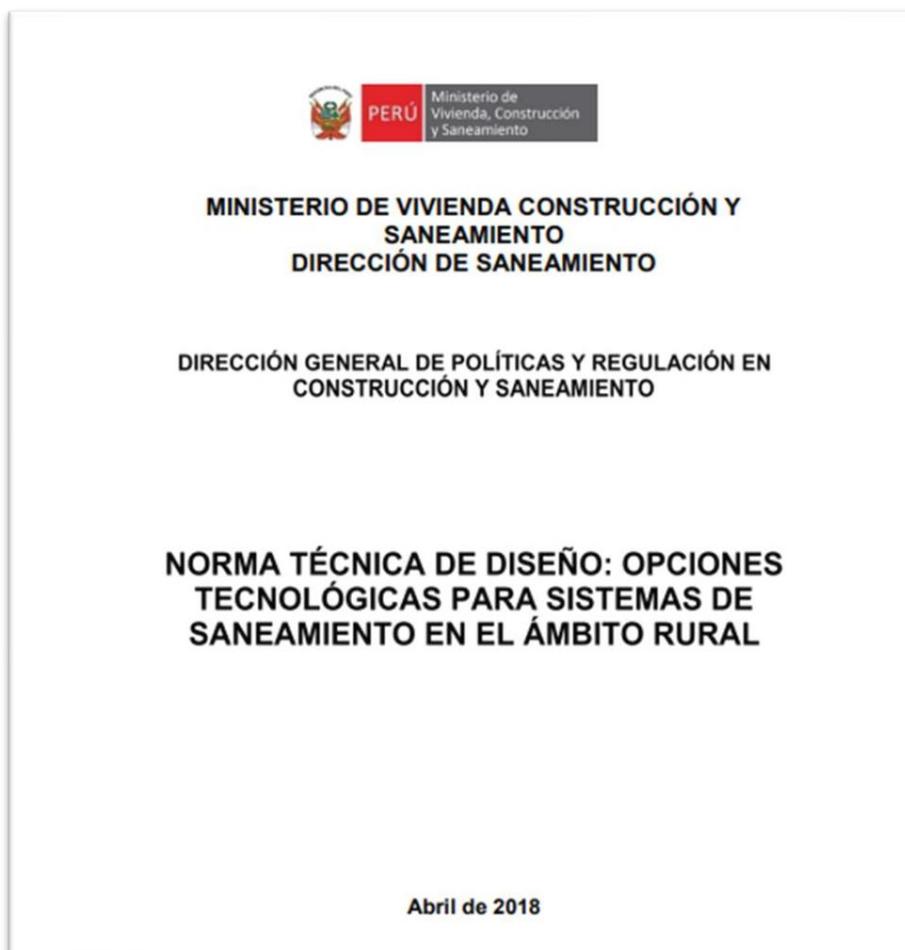
Qmh=

1.196 l/s

## N. RESUMEN DE DATOS PARA EL DISEÑO

A.1. POBLACION ACTUAL TOTAL CON UBS-AH	466 hab
A.2. POBLACION ACTUAL TOTAL CON REDES DE ALC._S1	0 hab
B. TASA DE CRECIMIENTO (%)	1.09%
C. PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	20 años
D.1. POBLACION FUTURA - UBS C/AH	568 hab
F. DEMANDA DE CONSUMO (LT/SEG)	
Consumo Promedio (Qm)	0.592 l/s
Consumo Estudiantil (D1 + D2)	0.005 l/s
Consumo de Ins. Soc. (D3)	0.001 l/s
Consumo Total (Qmt)	0.598 l/s
G. CAUDAL PROMEDIO (Qp)	0.598 l/s
H. CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)	0.777 l/s
I. CAUDAL DE LAS FUENTES	
J. CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Qmh)	1.196 l/s

**Anexo 4.** Reglamento aplicado en el diseño hidraulico.



---

## **Anexo 6. Planos**

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

36%

★ repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Activo